

TRAIT
DE
L'ANNUAIRE GÉOLOGIQUE
UNIVERSEL

Tome VIII

1891

FRANCE

COMPTOIR GÉOLOGIQUE DE PARIS

15 — Rue de Tournon — 15

PARIS

—
1892-1893

GÉOLOGIE RÉGIONALE

FRANCE

PAR L. CAREZ.

L'article que nous consacrons à la France se trouve cette année plus long que dans les Annuaires précédents. Les analyses des travaux relatifs au Primaire inférieur, au Crétacé et au Tertiaire inférieur n'ayant pas figuré cette année dans la partie stratigraphique, il nous a semblé préférable de joindre ici le résumé de ces travaux à ceux qui devraient seuls, d'après le plan général de l'Annuaire, être compris dans la division régionale.

GÉNÉRALITÉS.

Nous avons signalé dans un des précédents Annuaires, le travail de M. le colonel Goulier sur les résultats du nouveau nivellement de la France; on se rappelle qu'en comparant les altitudes calculées récemment avec celles du nivellement Bourdaloue, on trouve de Marseille au Nord de la France une différence de 0^m 78. M. Goulier en concluait que le sol du Nord de la France avait dû s'abaisser d'une quantité égale à la différence constatée entre les deux nivellements, pendant la période d'environ vingt-cinq ans qui s'est écoulée entre ces deux opérations. Nous pensions qu'il y avait lieu d'accepter ces résultats avec une certaine défiance, les erreurs d'observation pouvant bien, à notre avis, atteindre 0 m. 78 sur un aussi long trajet; le fait de l'accroissement continu de la différence de Marseille au Nord nous paraissait démontrer qu'il s'agissait bien plutôt d'une erreur d'observation que d'un affaissement réel.

Tel n'a pas été l'avis de M. Van den Broeck (315) qui considère précisément le fait de l'accroissement continu de la différence du Sud au Nord, comme une preuve de la réalité de l'affaissement. Il remarque que les courbes soit annuelles, soit totales, d'égal affaissement, suivent un plan régulier et déterminé, sans anomalies ni contradictions, mais il croit de plus, contrairement à l'avis de M. le colonel Goulier lui-même, qu'il existe une corrélation évidente et palpable avec la constitution géologique des régions

considérées ; ce serait pour M. Van den Broeck, la preuve concluante de la réalité de cet affaissement.

En reportant en effet sur une carte géologique les lignes d'affaissement de M. Goulier, on voit que les massifs de roches cristallines, surtout les plus anciennes, forment comme des *horst* ou butoirs, contrariant le phénomène et le faisant géographiquement évoluer par contournement de ces massifs, entre lesquels les dépôts plus ou moins meubles des terrains secondaires ou tertiaires ont subi l'affaissement.

Il résulterait aussi de l'étude de ce document que l'affaissement des dépôts secondaires et tertiaires paraît causé non pas par un simple abaissement ou tassement, mais par le rapprochement des massifs cristallins ou butoirs entre lesquels ils sont enclavés.

La corrélation évidente des courbes d'affaissement avec le voisinage des massifs cristallins, s'explique bien par la résistance de ces *horst* de roches cristallines anciennes ; quant à l'accroissement de l'affaissement du Sud vers le Nord, il aurait « sa cause originale « dans le travail orogénique souterrain, qui depuis les dernières phases de l'histoire de la terre et en particulier depuis des temps très modernes, a son siège dans la région méditerranéenne, et dont les manifestations isolées, mais multiples, se sont faites si « nombreuses, sous forme d'éruptions volcaniques, tremblements de terre, etc., si caractéristiques de la zone méditerranéenne. »

Les conclusions de l'auteur ne semblent pas avoir soulevé d'objections à la Société belge de Géologie, mais il n'en a pas été de même lorsque M. Van den Broeck a fait l'exposé de ses vues devant la Société Géologique de France. M. de Lapparent a formulé la pensée générale en disant que « les résultats fournis « par les différents nivellements de la France sont encore trop discutés pour qu'il soit possible de s'appuyer sur eux pour admettre des oscillations certaines à la surface du sol. »

BASSIN DE PARIS.

M. Bizet (477) a reconnu les discordances suivantes dans toute la région de Bellême et de Mamers :

1. Entre l'Oolithe inférieure à *Terebratula perovalis* et l'Oolithe inférieure à *Amm. Parkinsoni* (discordance légère).
2. Entre l'assise à *Amm. Parkinsoni* et le calcaire sublithographique (absence du Fuller's Earth).
3. Entre le Calcaire sublithographique et l'Oolithe miliaire.
4. Entre l'Oolithe miliaire et le Bradford-Clay (très nette).
5. Entre le Bradford-Clay et le Callovien (discordance profonde et générale).
6. Entre le Corallien et le Kimmeridgien (indiquée par une surface durcie).
7. Entre les divers étages jurassiques et le Cénomaniien (discordance profonde et générale, toujours très évidente).

M. Skrodsky (310, 311, 312, 328) s'est également occupé du recul du littoral du Calvados, qu'il attribue à un léger mouvement du sol survenu depuis les temps historiques; l'affaissement du Mont Cerisy près de Domfront et la découverte d'une forêt submergée et d'un monument romain englouti, près de Pont-l'Abbé (Finistère), lui semblent fournir la preuve de ce qu'il avance. L'érosion seule ne suffirait pas à expliquer le recul si rapide des côtes.

M. Lennier (298) a fait quelques remarques sur les modifications subies par le littoral du département de la Manche.

M. Barrois (277) pense que l'on pourrait utiliser les eaux souterraines de la région de Lille en creusant un puits vertical jusqu'au Calcaire carbonifère et en perçant alors une galerie horizontale. On recueillerait ainsi l'eau des nappes inclinées, qui existent entre les diverses strates du Carbonifère; un procédé analogue a été employé à Vannes (Morbihan) et à Wiesbaden (Allemagne).

M. Boursault (511) donne quelques indications sur les niveaux d'eau des environs de Laon et spécialement sur celui qui est situé à la limite du Crétacé et du Tertiaire. Dans une autre note (512), il fait connaître les résultats d'un sondage entrepris à Curgies (Nord). Il a traversé le limon des plateaux (10 m.), 3 mètres d'argiles rapportées au Landenien, 1 m. 50 d'argile à silex, enfin la Craie blanche, puis marneuse; on a rencontré trois niveaux d'eau, le premier à la base du limon, le deuxième dans la Craie blanche, le troisième dans la Craie marneuse.

M. Boursault (513) a appelé en outre l'attention sur les effets de la gelée sur les silex; ils peuvent quelquefois, par l'effet de ce phénomène naturel, acquérir des formes qui paraissent dues à une taille intentionnelle.

Enfin le même auteur (282) intervient dans la discussion sur l'origine des rideaux (voir Ann. VII, p. 577). Il pense que ceux-ci ont une origine géologique intimement liée à celle des diaclases, mais que l'action des nappes profondes ne doit pas être mise en cause.

M. Breton (283) rappelle quelles ont été les couches rencontrées dans le sondage fait à Calais de 1842 à 1845. Après avoir traversé une très grande épaisseur de craie, d'argile et de sables, on a atteint vers 320 m. des calcaires tout différents, probablement paléozoïques.

M. J. Renaud (308) a fait connaître les résultats des sondages et forages exécutés dans le Pas-de-Calais en 1890. Ils ont permis de dresser une carte géologique sous-marine reliant les affleurements du Boulonnais à ceux de l'Angleterre. Un soulèvement du

Portlandien a donné naissance aux deux bancs du Varne et du Colbert.

M. Olry (471), s'appuyant sur les résultats de divers sondages, pense que le bassin du Boulonnais n'est que le prolongement de celui du Pas-de-Calais, bien que les assises houillères y présentent des caractères spéciaux.

Le bassin du Boulonnais pourrait bien appartenir au bassin de Dinant; le prolongement du bassin de Namur devrait être cherché au Nord ou au Nord-Est.

M. Gosselet (468, 469) ne partage pas les idées de M. Olry sur le bassin houiller du Bas-Boulonnais. Les bassins de Dinant et de Namur, séparés par la crête silurienne dite du Condros, ont des caractères très différents; or la succession des couches dans le Boulonnais reproduit identiquement ce qui existe dans le bassin de Namur et n'a aucun rapport avec ce qui se voit dans celui de Dinant.

Il est absolument certain pour l'auteur que le bassin du Boulonnais est le prolongement du bassin de Namur, c'est-à-dire du grand bassin houiller franco-belge. Il en résulte que tout sondage entrepris au Nord d'une ligne allant de Béthune à Caffiers ne peut pas rencontrer le terrain houiller.

M. Breton (465) étudie aussi le Carbonifère du Bas-Boulonnais. Il rappelle que M. Gosselet considère les bassins du Boulonnais et du Pas-de-Calais comme synchroniques et comme ayant communiqué à l'époque de leur formation; mais il déclare ne pas partager cette opinion. Certaines couches ou roches bien connues dans un des bassins n'existent pas dans l'autre, telles que l'hématite du Bas-Boulonnais, les argiles blanches réfractaires du même bassin, la houille du terrain anthracifère d'Hardinghen. Le bassin houiller du Bas-Boulonnais aurait beaucoup plus de rapport avec les couches du même âge de l'Angleterre qu'avec celles du Pas-de-Calais.

M. Cayeux (382) signale l'existence d'un gisement de blende et de galène, accompagnées de quartz, de pyrite et de calcite dans des géodes parfois très grandes qui se voient au milieu du calcaire frasnien à *Rhynchonella cuboides* exploité à Château-Gaillard près de Trélon (Nord).

La feuille de Chaumont de la carte géologique (333) est due au regretté de Cossigny. Elle est en majeure partie constituée par le Jurassique (voir ci-dessus p. 261) et montre en outre :

Des *alluvions modernes* et *anciennes* peu importantes.

Un *dépôt des plateaux* d'âge incertain, différent suivant les couches qu'il recouvre. [C'est probablement le produit de l'altération superficielle].

Le *Sidérolithique*, argile ferrugineuse rouge ou jaune foncé,

avec minerai de fer, surtout à la base. Rapporté à l'Eocène supérieur.

Les *Marnes de Brienne*, équivalent de la gaize de l'Argonne. Marne grise contenant à la base *Amm. inflatus*, plus haut *Ostrea canaliculata*. Ep. 60 à 70 mètres.

L'*Argile du Gault*, d'un gris noir, très compacte; nombreux fossiles; ép. 30 mètres.

Les *Sables verts*. Ep. 20 à 35 mètres.

L'*Argile à Plicatules* (Aptien). *Ostrea aquila*, *Plicatula placunea*. — 12 mètres.

Le Néocomien se divisant en :

a. Sables et argiles bigarrés, sans fossiles. 12 à 15 mètres.

b. Argiles ostréennes marneuses et ferrugineuses, généralement brunes avec *Ostrea Leymeriei*, *O. Boussingaulti*. Ep. de 8 à 20 mètres.

c. Calcaire à Spatangues ordinairement jaune, un peu dolomitique, passant quelquefois à des marnes jaunes ou bleuâtres. *Ostrea Couloni* en bancs, etc. — Ep., 7 à 8 mètres.

d. Sables et argiles correspondant au Wealdien et occupant des dépressions du Jurassique supérieur. — 5 à 10 mètres.

Il n'y a rien à remarquer sur cette feuille au point de vue tectonique; toutes les couches se suivent régulièrement pour former une partie de la ceinture S. E. du bassin de Paris.

La question de l'origine des phosphates de chaux du Nord de la France, qui semblait résolue, a été traitée de nouveau par plusieurs géologues; M. de Mercey (545) pense que les gîtes de phosphate formés en amas enclavés et alignés par traînées à la base de la craie à Bélemnites ont ensuite été enrichis dans les parties atteintes et attaquées par le bief.

Il cherche d'abord à expliquer l'origine des gîtes en amas enclavés à la base de la craie à bélemnites, en s'appuyant sur la forme, la structure et la composition des dépôts. Le phosphate se trouve en amas lenticulaires, quelle que soit l'importance du gîte, et le fond des cuvettes remplies par les amas (?) est formé par la craie à *Micraster coranguinum* ayant subi une corrosion et un durcissement dû à une imprégnation de phosphate; la roche ainsi durcie est souvent recouverte d'une couche mince de phosphate presque pur.

M. de Mercey voit dans ces faits une très grande analogie avec ce qui se constate dans les gîtes calaminaires, et il en conclut que la venue des matières phosphatées s'est effectuée à travers les couches sous-jacentes aux amas d'après les lois constatées dans l'étude des gîtes minéraux et des sources thermo-minérales. L'auteur rappelle d'ailleurs que la dolomitisation de la craie, généralement considérée comme due à des sources venant de l'intérieur de la terre, se présente de même en amas lenticulaires; de plus M. Barrois a signalé la présence du phosphate de chaux dans les nodules et sables magnésiens, et l'on constate d'une façon générale l'association constante de la magnésie et du phosphate dans les points

de condensation. Tout cela dénote une communauté d'origine pour ces deux substances.

L'auteur donne un grand nombre d'arguments qu'il considère comme démontrant péremptoirement que le phosphate ne peut pas être dû à des causes purement externes; il insiste sur ce fait que les gîtes de craie phosphatée sont souvent recouverts par des bancs épais de craie blanche généralement dépourvue de phosphate : les amas sont enclavés à la base de la craie à Bélemnites.

Quant au sable riche des poches, il serait dû à l'attaque de la craie phosphatée par le bief à silex.

M. de Mercey s'attache ensuite à démontrer, avec une carte à l'appui, que les gisements de phosphate du Nord sont alignés depuis la Champagne jusqu'en Angleterre, par traînées suivant trois lignes de plissement : l'anticlinal de l'Authie, le synclinal de la Somme, l'anticlinal de la Bresle.

Ce n'est pas ici le lieu de discuter les opinions de M. de Mercey; nous nous bornerons donc à faire remarquer que l'examen de la carte jointe au travail que nous analysons ne nous paraît pas du tout indiquer les alignements que M. de Mercey a cru reconnaître. On trouvera d'ailleurs dans les *Annuaire*s précédents l'exposé de plusieurs autres théories imaginées pour expliquer la production du phosphate.

M. de Lapparent (538, 539) s'est occupé aussi de l'origine de la craie phosphatée de Picardie. Il ne peut admettre les théories de M. de Mercey et de M. Lasne (Voir *Annuaire* VII, N° 442, p. 404) et pense au contraire avec MM. Renard et Cornet que le phosphate a une origine organique.

La majeure partie des grains phosphatés est en effet constituée par des débris d'os de poissons ou des foraminifères qui ont servi de centre d'attraction.

Cette opinion est conforme à celle de M. Bleicher qui a reconnu l'existence de débris organiques microscopiques dans les phosphates de l'Algérie et de la Tunisie (*Ann.* VII, N° 1435 et p. 755).

M. Gosselet (527) a fait l'analyse d'un travail de M. Lasne sur les phosphates des environs de Doullens et la formation des *rideaux* (*Annuaire* VII, 442, p. 404). Il critique certains points de la théorie de ce géologue relative à l'origine des phosphates; en ce qui concerne les rideaux, il ne se prononce pas d'une façon catégorique, mais il rappelle qu'il a insisté depuis longtemps sur l'effet de l'action séculaire du labourage.

M. Lasne (541) revient encore sur la question de l'origine des terrains phosphatés, pour répondre à la note de M. Gosselet.

Il insiste sur quelques points de détail et continue à croire que les sables que l'on trouve dans les poches sont bien, dans la plupart des cas, des sables de remplissage produits par un ruissellement superficiel, et non des sables tertiaires, derniers témoins d'un

dépôt ayant recouvert toute la région. Pour lui la région de Doullens est restée émergée pendant le dépôt du Tertiaire inférieur marin.

M. Gosselet n'est pas convaincu par les nouveaux arguments mis en avant par M. Lasne et ne croit pas notamment à l'existence de l'îlot tertiaire de Doullens. Les sables tertiaires de l'âge des sables de Bracheux ont recouvert tout l'Artois et toute la Picardie, à l'exception peut-être? du voisinage du Boulonnais et du Pays de Bray.

M. Cayeux (517) pense que les explorations sous-marines récentes ont démontré que la craie n'était pas un sédiment de haute mer.

Il s'appuie : 1° sur la présence de galets de quartz ou de schiste atteignant jusqu'à 14 centimètres et constatés dans toutes les assises de la Craie blanche du Nord ; 2° sur l'existence des minéraux (quartz, zircon, magnétite, rutile, tourmaline, anatase, brookite, etc.) dont l'état de conservation est incompatible avec un long charriage ; 3° sur la microstructure de la Craie. Celle-ci renferme, en effet, des foraminifères, des restes d'éponges, des morceaux de test de Lamellibranches réunis par une sorte de ciment, tandis que la Boue à Globigérines des grands fonds est formée de coquilles de Foraminifères *juxtaposées*, auxquelles s'adjoignent des Diatomées, des Radiolaires et des Spongiaires.

L'auteur tire de son examen des craies turoniennes et sénoniennes du Nord les conclusions suivantes :

1° Toutes ces craies n'ont qu'une analogie apparente avec les sédiments pélagiques et notamment avec la Boue à Globigérines.

2° Elles prennent place dans la catégorie des sédiments terrigènes.

3° Toutes se sont déposées à une petite distance des côtes et sous une faible profondeur d'eau.

M. de Lapparent (537) admet bien que la Craie n'est pas un dépôt de haute mer et n'a qu'une analogie apparente avec les sédiments pélagiques actuels, mais il proteste contre l'épithète de *terrigenè*, appliquée à cette formation.

M. Cayeux (520) répond qu'il n'a visé dans son travail que les craies sénoniennes et turoniennes du Nord, mais que pour celles-là il croit devoir maintenir l'épithète de *terrigenè*. Il reprend, en les complétant, ses différents arguments. Les galets ne peuvent, à son avis, provenir que de glaces flottantes ou de l'action des vagues, des marées et des courants ; la première hypothèse ne reposerait absolument sur rien, tandis que la deuxième paraît toute naturelle et se trouve corroborée par ce fait que les galets semblent classés d'après leurs dimensions, qui diminuent en allant du Nord vers le Sud.

En ce qui concerne les minéraux, il pense qu'une faible proportion n'est pas nécessairement l'indice de grands fonds, et cite des

faits tirés de l'étude de couches certainement littorales ; il ne croit pas qu'il soit possible de faire intervenir le transport de ces minéraux par le vent, qui devait avoir une très faible puissance à l'époque crétacée à cause du peu de différenciation de la température du globe. Il ajoute que les lacunes fort importantes constatées dans la Craie de Belgique ne peuvent être expliquées que par des émergences ; on aurait ainsi une preuve directe du voisinage de la terre ferme, et il termine en maintenant que la Craie du Nord est bien un dépôt terrigène.

M. de Mercey pense que les galets ont pu être transportés par les poissons.

M. Ch. Janet (532) a cherché à se rendre compte des conditions dans lesquelles s'est effectué le dépôt de la craie dans le bassin anglo-parisien. Il rappelle d'abord les travaux de M. Cayeux pour qui la craie est un dépôt terrigène, formé à peu de distance des côtes, et mentionne les objections faites par M. de Lapparent à cette théorie. Les galets sont excessivement rares dans la Craie ; malgré des recherches répétées, M. Janet n'en a jamais recueilli que deux aux environs de Beauvais ; ce sont des galets de quartzite. Il se refuse à croire qu'ils aient été amenés là par des courants et pense, au contraire, qu'ils ont dû être charriés soit par des glaçons, soit par des bois flottants, soit par des poissons ; cette dernière hypothèse lui paraît la plus probable.

La présence de *Cidaris* dans tous les étages de la Craie démontre que celle-ci s'est déposée dans des eaux tranquilles ; en effet cet oursin ne peut développer avec ses ventouses une adhérence suffisante pour résister à un courant quelque peu énergique, et notamment à un courant capable de charrier les galets recueillis. De plus l'état de conservation de ces mêmes *Cidaris*, la présence des radioles à proximité du test lui-même, démontrent que ces débris n'ont été exposés à aucune action mécanique ; ils n'ont été ni roulés, ni même simplement usés par le frottement des particules dures, calcaires ou siliceuses, que les plus faibles courants auraient suffi à mettre en mouvement sur le fond de la mer crétacée.

Une autre preuve de la tranquillité des eaux de cette époque se trouve, d'après M. Janet, dans l'existence de petites accumulations de fossiles souvent très variés, toujours très disloqués et en partie brisés. Ces amas seraient des coprolithes de poissons, dont la présence ne peut être expliquée que par le calme absolu des eaux.

M. Janet pense néanmoins qu'il y a eu à certains moments des courants dans la mer crétacée ; les bancs durs considérés par Hébert comme des bancs-limites seraient l'indice de ravinements par des courants tout à fait accidentels qui auraient affouillé le fond de la mer.

Après quelques considérations sur les cordons de silex dont la formation est bien postérieure à celle de la Craie, M. Janet résume le résultat de ses observations. La mer crétacée n'avait pas une grande profondeur, mais elle était normalement d'une grande tranquillité ; les courants qui ont laissé des traces de leur passage dans

les parties éloignées des rivages étaient tout à fait accidentels. Cette conclusion ne doit pas être infirmée par la présence des débris minéraux, provenant de la désagrégation des roches, débris qui, vu leur très grande finesse et leur très faible proportion dans la constitution de la Craie, ont parfaitement pu être entraînés, même loin des rivages, par les courants superficiels.

M. de Grossouvre (528) a cherché à préciser la position de la Craie de Touraine. Celle-ci contient trois niveaux fossilifères.

1. A la base, le niveau à *Amm. Habersfellneri* (*petrocoriensis*) avec *Amm. tricarinatus*, *bajuvaricus*, *Moureti*, etc.

2. Au milieu, le niveau à *Amm. serrato-marginatus* (*Bourgeoisii*, p.p.).

3. Au sommet, le niveau à *Amm. syrtales*, avec ses variétés *Orbigny*, *Ribouri*, *Guadaloupæ*.

Les deux premiers niveaux correspondent à peu près à l'étage coniacien de la Charente et le niveau supérieur à l'étage santonien. La Craie de Villedieu avec sa faible épaisseur, représenterait donc un ensemble très développé dans les Charentes, mais elle ne serait pas inférieure au *Micraster cortestudinarium*, et représenterait au contraire les assises à *Micraster coranguinum*. M. de Grossouvre tire cette conclusion de la comparaison avec la Westphalie (!), et il en conclut que la craie à *Micrasters* des Charentes, les grès et marnes à *Micrasters*, avec leurs bancs d'*Hippurites*, des Corbières et de la Provence, se placeraient à la base de la zone à *Micraster coranguinum*; les couches du Moulin-Tiffou, du Moutien, de Fontainieu et du Castellet qu'on peut identifier au niveau à *Amm. syrtales*, représenteraient le sommet de cette zone et n'appartiendraient pas au Campanien, comme le pensent la plupart des géologues. Il en résulterait que le Campanien marin ne serait pas représenté en Provence, conclusion conforme à celle que M. de Saporta a déduite de l'étude de la flore.

Nous avons ne pas trouver dans la courte note de M. de Grossouvre, de raisons suffisantes pour adopter une pareille modification dans la classification du Crétacé français.

Cette opinion est aussi celle de M. Toucas (555) qui rappelle que l'*Ammonites texanus* forme partout au-dessus de la zone à *Amm. Emscheris* et *Cid. Jouannetti* une zone bien caractérisée, d'une extension verticale très limitée, tandis qu'*Am. syrtales* monte beaucoup plus haut dans les trois régions des Charentes, des Corbières et de la Provence; il en est encore de même en Allemagne.

Il en résulte, d'après l'auteur, qu'il faut prendre l'*Amm. texanus* comme type de la troisième zone santonienne, ce qui a l'avantage de limiter le Santonien au point fixé par Coquand.

M. Toucas ne se prononce pas sur la question du parallélisme de la zone à *Hippurites dilatatus* et des zones supérieures du Beausset, des Corbières et des Charentes avec la craie à Bélemnites du bassin de Paris et de l'Allemagne, mais il pense qu'il y

a lieu de tenir compte de tous les fossiles connus, notamment des Echinides, ce que M. de Grossouvre n'a pas fait.

M. Toucas (554) a fait en outre une communication sur l'âge des couches à Hippurites. Il maintient sa dernière classification malgré l'opposition de M. de Grossouvre et montre que les travaux récents ont fourni de nouvelles preuves en faveur de sa manière de voir ; il cite ceux de MM. de Lacvivier, de Sarran d'Allard, Peron, Roussel, Lambert, Bertrand.

Il discute très longuement la limite du Santonien et du Campanien, la position de l'*Amm. texanus* et, s'appuyant sur une multitude de faits reconnus dans la Provence, les Corbières et les Charentes, il s'efforce de démontrer que la classification adoptée dans ses derniers travaux ne doit pas être modifiée.

Il donne un grand tableau qui fait connaître le parallélisme qu'il adopte pour la Provence, les Corbières, les Charentes, la Touraine, le Bassin de Paris, le Nord de l'Allemagne.

Voici les zones qu'il admet :

CAMPANIE	Supérieur	Zones à <i>Amm. Gallici</i> , <i>Amm. epiplectus</i> , <i>Belemn. mucronata</i> , <i>Micraster Brongniarti</i> .
	Inférieur	Z. à <i>Amm. Stobæi</i> , <i>B. mucronata</i> , <i>Gonioteuthis quadrata</i> , <i>Mic. glyphus</i> , <i>Cidaris cretosa</i> . Z. à <i>Amm. bidorsatus</i> , <i>Scaphites binodosus</i> , <i>Goniot. quadrata</i> , <i>Pyrina petrocoriensis</i> , <i>Schizaster atavus</i> , <i>Micraster fastigatus</i> . Z. à <i>Amm. syrtalis</i> , <i>Gonioteuthis quadrata</i> , <i>Micr. fastigatus</i> , <i>Ostrea vesicularis</i> .
SANTONIE	Supérieur	Z. à <i>Amm. texanus</i> , <i>Amm. syrtalis</i> , <i>Actinocamax verus</i> , <i>Micraster coranguinum</i> et <i>Marsupites</i> . Z. à <i>Amm. texanus</i> , <i>Inoceramus digitatus</i> , <i>Micraster coranguinum</i> .
	Inférieur	Z. à <i>Amm. Emscheris</i> , <i>Amm. tricarinatus</i> , <i>Micraster brevis</i> , <i>M. turonensis</i> , <i>M. cortestudinarium</i> , <i>Cid. Jouanneti</i> . Z. à <i>Tissotia Ewaldi</i> , <i>Amm. tricarinatus</i> , <i>Amm. Haberfellneri</i> , <i>Rh. petrocoriensis</i> , <i>Micr. cortestudinarium</i> .
ANGOMIEN. — Zone à		<i>Hippurites petrocoriensis</i> et <i>Birad. cornupastoris</i> .

Ce travail stratigraphique est suivi d'une revision des hippurites, divisées en quatre groupes : Groupe de l'*Hippurites corbaricus* ; groupe de l'*H. Toucasi* ; groupe de l'*H. dilatatus* ; groupe de l'*H. bioculatus*. L'auteur les étudie au point de vue paléontologique et indique leur distribution dans les divers étages du Crétacé supérieur :

ANGOUMIEN. — *Hippurites inferus* Douv., *H. A. n. sp.*, *H. petrocoriensis* Douv., *H. Moulinsi* d'Hombres-Firmas, *H. giganteus* d'Hombres-Firmas.

SANTONIEN INFÉRIEUR. — *H. petrocoriensis* Douv., *H. Moulinsi* d'Hombres-Firmas, *H. giganteus* d'Hombres-Firmas, *H. gosa-viensis* Douv., *H. Zitteli* Munier-Chalmas.

SANTONIEN SUPÉRIEUR. — *H. petrocoriensis* Douv., *H. Moulinsi* d'Hombres-Firmas, *H. corbaricus* Douv.

CAMPANIEN INFÉRIEUR. — *H. petrocoriensis* Douv., *H. giganteus* d'Hombres-Firmas, *H. corbaricus* Douv., *H. galloprovincialis* Math., *H. cornuvaccinum* Bronn, *H. D. n. sp.*, *H. Toucasi* d'Orb., *H. variabilis* Mun. Ch., *H. sulcatus* Defr., *H. organisans* Montfort, *H. socialis* Douv., *H. cuculliferus* Math., *H. striatus* Defr., *H. canaliculatus* Roll. du Roq., *H. Heberti* Mun.-Ch., *H. B. n. sp.*, *H. C. n. sp.*, *H. dilatatus* Defr., *H. floridus* Math., *H. cf. floridus*, *H. sublævis* Math., *H. bioculatus* Lk.

CAMPANIEN SUPÉRIEUR. — *H. radius* Desm.

MAESTRICHTIEN. — *H. radius* Desm.

GARUMNIEN. — *H. Castroi* Vidal.

M. L. Carez n'a jamais rencontré l'*Hippurites giganteus* dans les Corbières, dans le Santonien.

M. de Grossouvre (520) a cherché à déterminer l'âge relatif de la craie à Baculites du Cotentin, de la craie blanche de Meudon et du tuffeau de Maestricht.

Pour lui, il est impossible de rien conclure de la comparaison des faunes d'assises de faciès différents; il pense que le calcaire à Baculites du Cotentin, correspondant au maximum d'extension de la mer crétacée, est un dépôt sublittoral contemporain de la craie blanche de Meudon.

Quant aux couches de Maestricht, bien qu'elles surmontent des assises à *Belemnitella mucronata*, elles seraient encore contemporaines de la partie supérieure de la craie de Meudon; il faudrait par suite supprimer l'étage maestrichtien et réduire le Danien aux calcaires de Faxoe et de Saltholm et au calcaire pisolithique de Laversine et de Vigny.

Il ne nous paraît pas que les arguments invoqués par M. de Grossouvre soient suffisants pour faire abandonner une classification bien établie; nous rappellerons que l'auteur est en contradiction avec les travaux des géologues belges.

M. Cayeux a fait paraître plusieurs notes relatives à la constitution des roches crétacées; dans la première (521), il a fait connaître le résultat d'une étude microscopique de la craie phosphatée à *Micraster* de la Somme.

Dans une autre (514), il dit que l'oxyde de titane se présente dans le terrain crétacé du Nord de la France, sous trois formes distinctes qui sont par ordre d'importance, le rutile, l'anatase et la brookite.

Il déclare ensuite (516) avoir reconnu les minéraux suivants dans

tous les niveaux de la craie sénonienne des environs de Doullens :

Minéraux d'origine étrangère à la Craie Quartz, tourmaline, zircon, rutile.

Minéraux formés dans la Craie : Glauconie, pyrite.

Il compare ces résultats à ceux obtenus par M. Lasne.

Enfin il signale (515) la présence de nombreuses diatomées dans les gaizes crétacées du bassin de Paris qui ont une grande ressemblance de composition minéralogique avec les tuffeaux éocènes. Il cite spécialement la gaize à *Amm. mamillaris* du Rethelois, la gaize à *Amm. inflatus* de l'Argonne, du Bray, de l'Yonne (Chassy) et du Cher.

M. Bigot (510) annonce la découverte du *Cidaris cenomanensis* par M. Fortin dans le Cénomanien de Rouen.

M. Ch. Janet (2650) a décrit et figuré trois nouvelles bélemnites : *Actinocamax Grossouvrei* des environs de Beauvais (Craie à *Marsupites*) ; *Actinocamax Toucasi* de La Bastide près Camps (Base des grès de Sougraigne) ; *Actinocamax Alfridi* des environs de Beauvais (craie à *Belemnitella quadrata*).

Le compte rendu des excursions faites par la Société Géologique de France dans le bassin de Paris en 1889 (*) contient quelques observations intéressantes.

La première course (562) a eu lieu aux environs de Bicêtre et de Villejuif ; on a visité une carrière de Calcaire grossier où tous les niveaux sont visibles depuis le Calcaire grossier moyen ; le point sur lequel l'attention s'est principalement portée était l'existence dans le Calcaire grossier supérieur de sept à huit lits de quartz (quartzine, lutécine) qui, d'après M. Munier-Chalmas, proviennent de la transformation du gypse.

On a vu également une coupe complète, bien que très réduite, des sables de Beauchamp (niveaux d'Auvers, du Guépelle, de Beauchamp, zone à *Melania hordacea*, calcaire de Ducy, zone de Mortefontaine). La zone à *Melania hordacea* présente des cristaux de gypse épigénisés en quartz et en lutécite.

M. Munier-Chalmas a insisté sur l'existence du gypse à un grand nombre de niveaux à partir du Calcaire grossier supérieur ; le long des vallées et par suite, dans la plupart des points accessibles, des phénomènes de pseudomorphose ont remplacé le gypse par diverses variétés de quartz ; les silex nectiques du Calcaire de Saint-Ouen seraient dus à un phénomène de ce genre. Il résulte de ces faits que la production du gypse pendant la période dite du « Gypse de Paris », n'est pas un fait anormal, mais au contraire que le dépôt de ce minéral s'est effectué dans le bassin de Paris toutes les fois que le régime franchement marin a fait place à un régime

(*) Ce compte rendu n'a été publié qu'en 1891.

lagunaire ou saumâtre ; il n'y a donc pas lieu de chercher dans des venues thermales ou geysériennes l'explication d'un épisode naturel et fréquent de l'histoire sédimentaire du bassin de Paris.

On a examiné encore quelques autres assises tertiaires, puis on a étudié les dépôts quaternaires composés de bancs de cailloux roulés avec *Elephas primigenius*, etc., surmontés par des sables fins avec coquilles fluviatiles, puis par le limon ou lehm. Ce dernier est tout à fait indépendant des couches sous-jacentes ; c'est un dépôt produit à la fois par le ruissellement et l'action éolienne, et qui ne renferme jamais de coquilles lacustres ou fluviatiles.

Une autre excursion (556) a fait visiter les environs de Beynes et de Montainville. On y a vu le bombement crétacé de la première de ces localités, célèbre depuis longtemps par la dolomitisation des couches à *Micraster* ; il est à remarquer que les couches à Bélemnites n'ont pas été métamorphosées, ce qui semble indiquer que le phénomène de modification est antérieur à leur dépôt. S'il en est ainsi, ces phénomènes de dolomitisation se sont renouvelés à diverses reprises dans le bassin de Paris ; on sait en effet que le Calcaire grossier est dolomitisé en différents points (Pont-Sainte-Maxence, Vauxrot, etc.).

On a examiné aussi les sables argileux à éléments granitiques auxquels divers géologues ont attribué une origine éruptive. M. Munier-Chalmas déclare que ces sables sont disposés suivant un même niveau filant horizontalement sous le Calcaire grossier ; il les considère par suite comme les restes démantelés d'une formation autrefois plus étendue et se reliant intimement à l'argile plastique.

Nous rappellerons que les affleurements de sables granitiques des environs de Vernon sont manifestement postérieurs au Calcaire grossier ; l'hypothèse ci-dessus relatée nous semble donc inadmissible ; on sait que M. Dollfus assimile ces assises aux sables de la Sologne. [Voir ci-dessous].

La Société géologique a constaté à Montainville la discordance du calcaire danien avec la craie sénonienne ainsi qu'avec les assises tertiaires.

M. Vélain (601) a encore rendu compte de plusieurs autres excursions ; dans celle de Damery et du Mont Bernon, on a vu le Calcaire grossier, en particulier la zone très fossilifère à *Cerithium serratum*, puis les lignites avec les sables à Térédines. Dans celle de Rilly-la-Montagne et de Sézanne (602), on a visité les affleurements du calcaire de Rilly (équivalent lacustre des sables de Jonchery et de Châlons-sur-Vesle), puis le travertin de Sézanne, si riche en moules de plantes avec leurs fleurs et leurs fruits, et d'insectes. Suivant M. Munier-Chalmas, ces calcaires concrétionnés seraient dus aux dépôts d'un large cours d'eau qui, étalé sur près de deux kilomètres, coulait entre des coteaux formés par la craie à *Belemnitella mucronata* et allait se jeter dans le lac de Rilly.

Les sables granitiques ont été encore étudiés dans l'excursion de Palaiseau dirigée par M. Dollfus (577-592) : on les voit dans cette région surmonter uniformément les meulières en prenant des aspects variés, tantôt purs et grisâtres, tantôt argileux et vivement colorés en jaune ou en rouge. Ces sables ne présentent aucune apparence de stratification et sont séparés des argiles à meulières par un ravinement intense ; ils occupent des poches dans ces argiles qu'ils ne traversent jamais complètement. Ils doivent pour l'auteur être rapportés aux Sables de la Sologne.

M. Munier-Chalmas (593) dit quelques mots sur l'équivalent marin du calcaire de Brie dans les buttes de Sannois et d'Orgermont.

On voit en effet entre les marnes vertes et les marnes à *Ostrea cyathula* et *longirostris*, des couches lenticulaires de gypse et des alternances de marnes marines renfermant soit des espèces ton-griennes (*Cerithium plicatum*, *Cerithium conjunctum*, *Ampullina crassatina*, *Cytherea incrassata*), soit des espèces nouvelles non encore décrites.

M. H. Thomas (506), chargé de reviser la feuille de Beauvais de la carte géologique, indique quelques rectifications des contours ou du tracé des failles ; puis il décrit sommairement les divers terrains rencontrés : le Portlandien, le Crétacé et le Tertiaire.

A Jaux près de Compiègne, une carrière permet de voir le contact du Crétacé et du Tertiaire

1. Craie blanche à *Bel quadrata*.
2. Craie blanche à *Bel. mucronata*.
3. Conglomérat de silex scoriacés à patine verte. 0 m. 50.
4. Sable jaune très glauconieux. 0 m. 30.
5. Sable jaune très fin. 0 m. 70.
6. Sable vert fin glauconieux sans fossiles. 2 m. 80.
7. Limon roux sableux. 0 m. 80.

Il donne encore différentes autres coupes de détail, du Calcaire grossier, des Sables moyens, du Calcaire de Saint-Ouen, etc.

La nouvelle édition de cette feuille est publiée (333).

M. Cayeux (570) signale l'existence de Diatomées appartenant aux genres *Synedra*, *Triceratium*, *Coscinodiscus*, etc., dans le tuffeau à *Cyprina planata* (Landénien inférieur) du Nord de la France et de la Belgique.

Il a également constaté (567) la présence des mêmes genres dans un tuffeau panisélien recueilli au mont des Cats (Nord).

Le même géologue (569) signale l'existence de Radiolaires dans les tuffeaux landéniens et yprésiens du Nord ; ils appartiennent aux groupes des Monosphæridæ et Disphæridæ.

L'accumulation de la silice dans ces couches paraît due, au moins en partie, à l'intervention de ces petits organismes (Radiolaires, Diatomées et Spongiaires).

M. Cayeux (2985) a étudié aussi la structure du tuffeau landénien à *Cyprina planata* du Nord de la France et de la Belgique. C'est une roche grossière résultant de l'agglutination des sables glauconieux par un ciment siliceux.

Elle contient :

Minéraux allogènes. Quartz, zircon, magnétite, plagioclase, tourmaline, rutile, orthose.

Minéraux authigènes. Opale, calcédoine, glauconie, limonite, oligiste.

Diatomées. Genres *Synedra*, *Coscinodiscus* et *Triceratium*.

Spongiaires. Monactinellidæ et Tetractinellidæ.

Le ciment siliceux dérive, au moins en grande partie, des spicules de Spongiaires et des Diatomées.

Dans une autre note (568) il déclare avoir reconnu la présence des minéraux suivants dans les sables landéniens du Nord de la France :

Quartz, zircon, rutile, tourmaline, orthose, feldspath plagioclase, magnétite, disthène, mica, anatase, brookite, grenat, corindon, staurotide.

Cette étude montre que les roches de la série cristallophyllienne, micaschistes, etc., ont été la source première d'une partie des composants des sables éocènes inférieurs du Nord.

D'après M. Parent (594), les grès ferrugineux qui occupent la partie supérieure de la falaise des environs de Boulogne (Pas-de-Calais) n'appartiennent pas au Portlandien ou au Wealdien, comme on l'a cru jusqu'ici ; ils renferment en effet des silex remaniés de la Craie.

Mais si ces couches sont par suite certainement tertiaires, rien ne permet de dire à quel étage elles doivent être rapportées.

M. Cayeux (519) a rendu compte de l'excursion annuelle de la Société géologique du Nord à Cambrai. Les terrains étudiés ont été la Craie, les sables tertiaires et le limon.

M. Decrock (574) a rendu compte d'une excursion de la Société Géologique du Nord au Mont-des-Cats et au Mont-Noir près Bailleul (Nord). On a visité le Tertiaire inférieur et le Dics-tien.

M. Desoil (576) a relaté les principaux faits constatés dans une autre excursion aux environs de Bavai, à Angre et au Caillou-qui-Bique. Le but principal était l'étude des limons ; mais on a vu aussi du Crétacé, du Tertiaire inférieur et du Dévonien.

M. Gosselet (581) a cherché à préciser la position du Grès de Belleu, du Grès de Molinchart et du conglomérat de Cernay.

Le Grès de Belleu près de Soissons n'est pas situé à la partie supérieure des lignites comme on le pensait, mais bien au-dessus

des sables de Cuise ; on a pris des blocs éboulés pour les couches en place.

Le Grès de Molinchart (Aisne) a été rapporté à l'étage des lignites ; il est en réalité inférieur à ces couches et doit être placé à la limite des sables de Bracheux et des lignites.

Quant au conglomérat de Cernay près Reims, qui a fourni une si riche faune de vertébrés, il est supérieur aux sables de Chalons-sur-Vesle et inférieur aux lignites.

Le même géologue (582) s'est occupé de nouveau du mode de formation du conglomérat à silex du Nord ; il donne une coupe d'une sablière de Blairville près Arras, montrant un lit de gros silex non roulés, mais légèrement corrodés à la surface, séparés de la Craie par une couche d'argile évidemment sédimentaire.

Il voit là un argument en faveur de l'hypothèse de l'origine continentale de l'argile à silex ; celle-ci se serait formée sous l'influence des eaux pluviales pendant la phase d'émersion qui a marqué la fin de la période crétacée.

M. de Lapparent (535, 536) a traité de nouveau une question déjà maintes fois soulevée, celle de l'origine de l'argile à silex.

Tout le monde est d'accord pour reconnaître que les cavités où cette argile est logée résultent de la dissolution de la craie et que les silex en sont les irrécusables témoins. Mais, tandis que la plupart des géologues pensent que l'action des eaux météoriques est suffisante pour expliquer ce phénomène, M. de Lapparent déclare au contraire qu'il ne peut accepter cette explication qui prête à des actions naturelles d'ordinaire très modestes, une puissance qu'elles sont incapables de développer.

Pour lui la craie a d'abord été recouverte d'une couche d'argile (argile plastique éocène), puis de sables suessonien ; des émanations carboniques ont alors cherché à se faire jour à travers la craie. Les eaux chargées d'acide carbonique, ayant été arrêtées dans leur expansion par la couverture argileuse, ont corrodé et dissous la craie suivant la surface de contact en ne respectant que des silex. Cette action a créé des poches où les dépôts éocènes de la surface se sont enfoncés peu à peu, fournissant la plus grande partie, sinon la totalité, de la gangue argileuse des silex.

L'ascension de l'eau et le creusement des poches se sont produits de préférence suivant les principales fissures de la craie, ce qui explique l'inégale distribution de ces poches.

Quant à la localisation de l'argile à silex dans certaines parties du bassin de Paris, M. de Lapparent l'explique par le fait que les plateaux normands, où l'argile à silex est très développée, étaient en voie de soulèvement à l'époque de sa formation, alors que le centre du bassin s'affaissait ; or on comprend que, sur un territoire en voie de soulèvement, des fentes puissent s'ouvrir et livrer passage à des mofettes, tandis que dans une région en train de s'affaisser, la pression eût plutôt bouché les fentes existantes et empêché la sortie des émanations.

M. Dollfus (524) constate également que l'on est d'accord maintenant pour considérer l'argile à silex comme le produit de l'altération de la Craie sur place. Aussi ne s'occupe-t-il pas de cette question d'origine, mais il cherche à préciser les conditions stratigraphiques dans lesquelles on la rencontre.

Il laisse de côté l'examen de son substratum qui est le plus souvent la Craie, bien que quelquefois l'argile à silex puisse s'étendre fort loin des affleurements actuels de cette roche.

En ce qui concerne les terrains surmontant l'argile à silex, on peut faire les remarques suivantes :

Le Calcaire pisolithique paraît recouvrir une argile à silex rudimentaire aux Moulineaux.

Les Sables de Bracheux ne semblent jamais reposer sur cette roche, ce qui proviendrait, d'après l'auteur, de ce que la mer de Bracheux aurait fait disparaître l'argile à silex préexistante.

L'Argile plastique est très fréquemment superposée à l'argile à silex sur toute la bordure Sud et Ouest du bassin de Paris; au contraire les lignites du Nord et de l'Est n'en montrent pas à leur base.

Les Sables de Cuise ne se présentent jamais à la base du Tertiaire; quant au Calcaire grossier, il repose sur l'argile à silex quand il est à l'état de marne lacustre [Ozouer-le-Marché (Loir-et-Cher), Voves (Eure-et-Loir), Morancez près de Chartres, Erys-sur-Eure]. Par contre le Calcaire grossier marin est en contact avec la Craie dans un grand nombre de points, sans en être séparé autrement que par un petit poudingue, tandis qu'une argile à silex très épaisse existe dans l'intervalle des îlots très rapprochés du Calcaire grossier (Ivry-la-Bataille, Neauphle).

Les dépôts des environs de Nogent-le-Rotrou devant être attribués au Calcaire grossier et non aux Sables moyens, on ne connaît aucun point de contact de ces derniers ni du Calcaire de Saint-Ouen ou du Gypse avec l'argile à silex.

Les Sables de Fontainebleau surmontent fréquemment une argile à silex peu puissante; quant au Calcaire de Beauce, il est toujours séparé de la Craie par l'argile à silex. Les sables de la Sologne et les faluns miocènes reposent aussi sur des argiles avec ou sans silex.

L'argile à silex existe encore parfois sous le Diluvium et elle atteint son maximum sous le limon des plateaux auquel elle semble parfois passer insensiblement.

M. Dollfus signale le lambeau d'argile à silex d'Yermenonville et le considère comme démontrant que ce terrain ne s'est formé qu'après la disparition des sables de Fontainebleau par érosion; on n'en trouve pas au-dessous de ces derniers.

L'auteur pense qu'une première formation d'argile à silex a eu lieu aussitôt après le dépôt de la craie, mais qu'au début de l'Oligocène cette argile à silex ancienne a été dispersée et que ses silex ont été employés à la formation du cordon littoral du Sable de Fontainebleau. Enfin c'est seulement à la fin du Pléistocène qu'une nouvelle argile à silex s'est formée.

M. Dollfus recherche ensuite quelles sont les formations avec lesquelles l'argile à silex a été confondue; il cite l'Argile plastique, l'Argile à meulières du calcaire de Beauce, les Sables granitiques, le Diluvium rouge et le limon à silex.

Il regarde comme démontré par son étude :

« Que l'argile à silex peut avoir tous les contacts supérieurs possibles.

« Qu'elle est d'autant plus épaisse qu'elle est recouverte par un terrain plus récent.

« Qu'elle est rudimentaire ou nulle sous les dépôts marins...

« Qu'elle existe au contraire de plus en plus épaisse sous les dépôts lacustres ou continentaux de plus en plus récents : Argile plastique, Marnes à *Cerithium lapidum*, Calcaire de Beauce, Sables de la Sologne, Limon. »

Enfin il déclare que ses nouvelles études ne font que confirmer sa manière de voir au sujet de l'origine de l'argile à silex ; c'est le produit d'altération, sur place, de la Craie. Il ne pense pas qu'il soit nécessaire d'en chercher la cause, avec M. de Lapparent, dans des phénomènes internes, mais qu'au contraire les précipitations atmosphériques suffisent pour l'expliquer.

M. Malaquin (586) signale la découverte dans le Landenien de Vertain (Nord) d'un certain nombre de Vertébrés : Poissons, Reptiles, Oiseaux et *Coryphodon*. Ce dernier se rapproche de *C. eocenus* Owen.

M. L. Bertrand (2445) a décrit et figuré trois espèces nouvelles de *Scalpellum* du gisement de Chaussy du Calcaire grossier des environs de Paris :

Scalpellum recurvatum.

Sc. Fischeri.

Sc. vomer.

M. Flot (2568) a décrit et figuré deux oiseaux nouveaux du gypse parisien provenant de Montmorency :

Laurillardia parisiensis.

L. Munieri.

M. Cotteau (2503) a décrit et figuré dans la *Paléontologie française* :

Scutellina lenticularis Lk. sp. Calcaire grossier.

Sc. obovata Agassiz. —

Sc. Besanconi Cotteau. —

Sc. rotunda Galeotti sp. —

Sc. supera Ag. —

Sc. calvimontana Cotteau. —

Echinocyamus inflatus DeFr. sp. —

M. Cossmann (2501) a fait la revision de la faune du terrain oligocène marin des environs d'Étampes ; il a ajouté les espèces

nouvellement découvertes et a modifié les attributions génériques d'un grand nombre d'entre elles.

ARDENNE, VOSGES ET JURA.

M. Gosselet (455) a rendu compte d'une excursion de la Société belge de géologie dans la vallée de la Meuse. La coupe de cette vallée est trop connue pour qu'il soit utile d'en donner une nouvelle description.

M. Renard a reconnu que les phyllades cambriens de cette région étaient composés essentiellement de séricite, de quartz et de chlorite. La proportion de ces trois minéraux varie suivant les assises, dans quelques-unes desquelles on trouve également du fer oligiste, de la limonite, du rutile, de la tourmaline, etc.

L'opinion de M. Barrois sur l'âge landenien des cailloux épars à la surface du sol dans les Ardennes, et spécialement du caillou de Stonne, n'ayant pas été admise sur la feuille de Mézières de la Carte géologique, M. Gosselet (580) maintient qu'ils appartiennent bien au Tertiaire. Pour lui ces cailloux proviennent du démantèlement de bancs de grès qui se trouvent dans les sables dits aachéniens, et ces derniers sont tertiaires et non crétacés, à cause de leur ressemblance avec les couches, bien reconnues comme certainement tertiaires, de l'arrondissement d'Avesnes.

Il en résulte que la mer landenienne s'est étendue dans une longue dépression au Sud de l'Ardenne jusque près de Longuyon.

La structure microscopique des roches du Muschelkalk de Lorraine a été examinée par M. Bleicher (478). Il cite dans le groupe supérieur : 1° le calcaire oolithique d'Azerailles, dans lequel il a rencontré une petite masse de malachite aciculaire (minéral fréquent dans le Grès bigarré); 2° les nodules siliceux de Glouville également formés d'oolithes cimentées par de la calcédoine concrétionnée qui, par places, présente la croix noire à la lumière polarisée; 3° les roches siliceuses de Blainville à structure concrétionnée dans lesquels la calcédoine domine à l'exclusion de la calcite; 4° le calcaire rubanné à débris osseux de Chauffontaine qui montre au milieu d'un ciment calcaire cristallin un peu dolomitique, des fragments de tests de coquilles et surtout de nombreux débris de dents, os, écailles de poissons. Les os ont conservé leurs ostéoplastes, les écailles, les striations fines parallèles de leur émail, mais tous ces restes animaux ont pris une coloration jaune d'ambre.

M. St. Meunier (363) a rendu compte d'une excursion géologique dans les Vosges.

M. Parandier (365) publie les coupes des tranchées du chemin de fer de Dijon et Châlon-sur-Saône, relevées il y a environ cinquante ans, lors de l'exécution des travaux.

I. SECTION DE DIJON A CHAGNY, — La tranchée de Perrigny a montré des graviers et cailloux roulés mélangés de terre jaunâtre argileuse et avec poches de sable fin.

On y a recueilli : *Elephas meridionalis*, *Equus Stenonis*, *E. cf. Stenonis*, *Mastodon arvernensis*, Bois de cerf, etc.

Les diverses tranchées sont creusées dans des dépôts caillouteux ou argileux analogues; celle de Prêmeaux a fourni *Elephas meridionalis*, *Equus Stenonis?*, *Cervus cusanus*; celle de Comblanchien, *Cervus tarandus* (quaternaire), *E. meridionalis*, *Equus Stenonis*, *Bos elatus* (pliocènes). Dans les tranchées de Corgoloin et de Chorey, on trouve en outre *Mastodon arvernensis*.

L'étude de cette section montre qu'il n'y existe aucune trace de cailloux roulés alpins, ni de l'assise appelée par M. Bertrand sables de Chagny. Toutes les tranchées ouvertes dans cette section présentent des dépôts inférieurs appartenant au Pliocène; viennent ensuite des dépôts considérables de graviers et de cailloux roulés (quaternaires ou pliocènes) puis un ou deux dépôts, supérieurs aux précédents, de graviers et cailloux roulés calcaires, alternant avec des argiles (Quaternaire).

II. SECTION DE CHAGNY A CHALON. — La tranchée de Chagny montre une série de couches de sables quartzeux et d'argile limonneuse; on y a recueilli *Elephas meridionalis*, Bois de cerf, *Equus Stenonis*, *Cervus pardinensis*, *C. cf. cusanus*, *C. issiodorensis*, *Rhinoceros leptorhinus* ou *etruscus*, etc.; les autres tranchées n'ont présenté aucun débris fossile.

M. Parandier déduit de ses observations que, après le dépôt des graviers alpins et celui des sables quartzeux de Chagny qui existent sur la Bresse jurassienne, la fonte des glaciers qui couvraient les Monts Jura et les Monts Faucilles a donné lieu à un fleuve immense couvrant l'espace qui s'étend de la rive gauche du Doubs jusqu'au pied du monticule de Chagny, corrodant et entraînant dans cet intervalle les assises pliocènes qui y étaient antérieurement déposées.

Il en résulte aussi que cet immense fleuve aurait d'abord déposé dans sa première période sur la rive droite de la Saône le sol diluvien quaternaire du monticule que traverse la tranchée de Farges, dépôt qui aurait été lui-même corrodé, comme l'avaient été auparavant les sables et limons de la tranchée de Champforgeuil, puis en troisième lieu, le dépôt de Saint-Cosmes; de telle sorte que ces trois dépôts successifs ne peuvent être considérés que comme post-glaciaires et par conséquent que comme quaternaires, déposés en trois périodes à la suite des fontes des glaciers.

Il y aurait donc ainsi : 1° Les couches de sable et limons de Chagny avec les cailloux alpins de la Bresse jurassienne, comme formant un dépôt antérieur à la fonte des glaciers. 2° Les dépôts de cailloux roulés calcaires répandus sur les Monts Jura, quaternaires, ayant succédé aux précédents et contemporains du dépôt de la tranchée de Perrigny. 3° Les remaniements de ces dépôts antérieurs et d'autres provenant de nouvelles érosions, appartenant à une troisième période quaternaire.

La feuille de Montbéliard par M. W. Kilian (333), comprend la bordure septentrionale du Jura du Doubs ainsi que le territoire intermédiaire entre cette chaîne et les Vosges.

Elle présente :

Divers dépôts quaternaires parmi lesquels les *alluvions anciennes* méritent une mention spéciale. Composées de limons rougeâtres et de graviers d'origine surtout vosgienne, à patine rousse, elles occupent de grandes surfaces au-dessus du niveau des cours d'eau et sur les plateaux qui séparent les vallées actuelles. Elles ont fourni dans certains points une faune nettement quaternaire (*Elephas primigenius*, *Rhinoceros tichorinus*), mais peut-être y aurait-il lieu d'en séparer une partie qui serait pliocène ou même plus ancienne.

Des *dépôts oligocènes* (Tongrien) discordants sur l'Eocène et présentant de haut en bas :

1. Conglomérats à galets impressionnés et mollasse en assises puissantes (Etupes, Taillecourt).

2. Suite d'assises lacustres et saumâtres (système de Bourogne) constituée par : Marnes de Méroux à *Cyrena convexa*, *Cytherea splendida*, *Mytilus Faujasi*, *Cerithium plicatum*; Marnes lie-de-vin à *Cypris* et calcaire lacustre à *Helix girondica* (Moval, Allenjoie, Chatenois.)

3. Schistes à poissons de Froidefontaine, bitumineux et associés à des argiles tongriennes à fossiles marins. Poissons : *Amphisyle Heinrichi*, *Meletta longimana*; Foraminifères : *Virgulina Mustoni*, *Bolivina melettica*, etc.

4. Conglomérats, marnes multicolores et mollasses.

Un *Calcaire lacustre* à Limnées, à Avilley.

Le *Calcaire lacustre* éocène à *Melanoides Lauræ* de Morvillars, avec *Limnea longiscata*, *L. convexa*, *Planorbis goniobasis*, etc.

Des *amas de minerais de fer pisolithique* (sidérolithique) se rencontrant à la surface et dans les poches des assises kimmeridgiennes. Ils sont recouverts par les poudingues oligocènes et rapportés à l'Eocène supérieur.

Le *Gault* représenté par des argiles noirâtres à *Nucula pectinata*, recouvrant des sables avec fossiles roulés, phosphatés et ferrugineux (*Am. mamillaris*, *A. Deluci*, *Inoceramus concentricus*, etc.).

L'*Hauterivien* marno-calcaire avec *Ostrea Couloni*, *Panopæa neocomiensis*, *Echinospatagus cordiformis*, reposant directement sur l'Astartien.

Après le *Jurassique* (voir ci-dessus p. 209, 235, 250, 262), viennent :

Le *Keuper*, composé de haut en bas : d'argiles bigarrées, surtout rouges avec bancs de dolomie ; de marnes bariolées dans lesquelles sont interstratifiées des couches de houille sulfureuse, de sel et de gypse. La Lettenkohle (grès dolomitiques peu puissants) a été rattachée à cet étage.

Le *Muschelkalk* se divise en : 1. Calcaire à Entroques gris avec intercalations dolomitiques et marneuses (*Encrinus liliiformis*,

Cœnothyris vulgaris, *Gervillia socialis*, *Ceratites nodosus*); 2. Calcaire gris de fumée, celluleux, associé à des argiles bariolées (Muschelkalk moyen); 3. Dolomies alternant avec des couches marneuses; puis au-dessous, sables, dolomies et argiles (*Terebr. vulgaris*.)

Le *Grès bigarré* (30 m.). Partie supérieure formée de grès fins micacés (psammites) de teneur variable, accompagnés de bancs argileux (*Anomopteris Mougeoti*, *Equisetum Mougeoti*, *Voltxia heterophylla*). Partie inférieure: grès violacés, argileux, en gros bancs exploités.

Le *Grès vosgien* (12 à 18 m.). Sa partie supérieure est seule représentée sous forme de grès rouge-brique, siliceux; véritable conglomérat, surtout au sommet de l'assise.

Le *Permien* limité à la région sous-vosgienne: en haut grès kaolino-quartzeux à éléments anguleux, alternant avec argilolithes rouge-lie-de-vin, et renfermant du minerai de fer; à la base, tufs porphyritiques.

Le *Dévonien*, représenté au N. E. (bois de Nan) par des schistes argilo-terreux gris de fer avec *Phacops lævis*, *Spirifer Verneulli*, *Chonetes sarcinulata*, etc.

Comme roches éruptives, il y a seulement quelques filons de *porphyrite* au milieu des assises métamorphiques et des argilolithes permienues, et des *porphyres pétro siliceux* à Courmont.

Les couches de la feuille de Montbéliard sont très régulières et ne présentent pas d'accidents importants; il y a lieu de signaler seulement les failles N.-S. ou N.E.-S.O. qui existent entre la vallée de l'Oignon et Clerval et jalonnent le prolongement du massif primaire se terminant au N.E. de Villersexel.

M. H. Schardt (370) a publié une étude détaillée de la chaîne du Reculet et du Vuache (extrémité méridionale du Jura.)

Après avoir donné la liste des travaux relatifs à cette région, l'auteur en fait la description orographique, puis il énumère les traits généraux des terrains observés:

ALLUVIONS ET TERRAINS RÉCENTS.

FORMATIONS GLACIAIRES ET ALLUVIONS ANCIENNES.

MIOCÈNE OU FORMATION MOLLASSIQUE. Marnes et grès tendres restant presque partout en dehors de la chaîne.

SIDÉROLITHIQUE. Sables siliceux mêlés d'argile, de bolus rouge ou jaune, qui remplissent des crevasses ou se trouvent en épanchement à la surface autour de ces orifices. — Rapporté à l'Eocène.

CRÉTACÉ MOYEN. Représenté par quelques affleurements de sables verts qui paraissent appartenir au Gault, et d'argiles verdâtres qui se rapprochent de l'Aptien.

CRÉTACÉ INFÉRIEUR OU NÉOCOMIEN. Un des terrains les plus importants de la chaîne. Il se subdivise ainsi:

1. *Urgonien*, essentiellement calcaire à la partie supérieure, surtout riche en *Requienia ammonia* et *Sphærulites Blumenbachi*; à la partie inférieure marneux et jaunâtre avec une faune de Brachio-

podés (*Terebr. russilliensis*, *Rhynch. lata*) et Oursins (*Heteraster Couloni*, *Goniopygus peltatus*).

2. *Hauterivien*. L'assise supérieure est formée de calcaires entrecoupés de couches marneuses assez épaisses. — *Toxaster complanatus*; l'assise moyenne est essentiellement marneuse et forme les couches caractéristiques du Néocomien du Jura; enfin l'assise inférieure est un calcaire jaune à *Ostrea rectangularis* (*O. Couloni*, *Terebr. sella*, etc.).

3. *Valangien*. Essentiellement calcaire, comprend au sommet un calcaire roux oolithique ou à débris d'échinodermes (*Rhynch. valanginiensis*, *Rh. Desori*, *Terebr. Valdensis*, *T. Germaini*, *Pecten arzierensis*, *Monopleura corniculum*, *Cidaris pretiosa*, etc.), et à la partie inférieure une forte épaisseur de bancs réguliers de calcaire blanc ou grisâtre avec rares intercalations marneuses (*Nérinées*, *Natica Leviathan*).

Pour le JURASSIQUE, voir ci-dessus, p. 243, 256, 270.

L'auteur décrit successivement avec détails, chacune des subdivisions de la région considérée, puis il fait connaître la structure de la chaîne du Reculet, vaste anticlinal montrant les couches les plus anciennes aux points culminants et limité au N. O. par une faille qui fait descendre l'Urgonien au niveau du Kimmeridgien ou du Portlandien.

Le Grand Credo est un anticlinal régulier; quant au Vuache, il a été fendu longitudinalement suivant la ligne de faite de telle sorte qu'il ne reste que la moitié de la voûte originelle, la partie occidentale ayant subi un affaissement de plus de 1.000 mètres qui met en contact le Néocomien et même la Mollasse avec le Bathonien ou le Malm.

Ce travail est accompagné d'une carte géologique au 250,000° et de plusieurs planches de coupes.

ALPES ET VALLÉE DU RHONE.

M. Depéret (2530) signale l'existence d'une petite faune de Vertébrés miocènes dans les fentes de rochers de la vallée de la Saône, à Gray et au Mont d'Or lyonnais (Mont Cindre).

Il a reconnu à Gray : *Talpa telluris* Lartet, *Lagomys Meyeri* Tschudi, *Steneofiber sansaniensis* Lartet.

Au Mont Cindre, il y a : *Micromeryx Flourensianus* Lartet, *Dicrocerus elegans*, *Chæromorus pygmaeus*, *Galerix exilis* Blainv., *Sorex pusillus* Meyer, *Cricetodon rhodanicum* Dep., *Martes Filholi* Dep., *Dinocyon Goriachensis* Toula.

Ces dépôts ressemblent beaucoup à celui signalé antérieurement par le même auteur à la Grive-Saint-Alban (Isère). Il y aurait donc, de Gray à Tournus, au mont Cindre et à la Grive-Saint-Alban, une sorte de traînée de débris d'animaux terrestres enfouis dans les fentes des rochers du bassin du Rhône et de la Saône pendant la période langhienne, c'est-à-dire au début du Miocène.

Il en résulte que cette région de la France était émergée pendant toute la durée du Langhien.

M. Depéret (2527) a également recueilli dans les fentes de La Grive-Saint-Alban (Isère) diverses pièces des membres de *Macrotherium sansaniense* Lartet, avec une tête de *Chalicotherium*. Il voit là un nouvel argument en faveur de l'opinion d'après laquelle les genres *Macrotherium* et *Chalicotherium* doivent être réunis.

La mort prématurée de Maillard ayant interrompu ses remarquables études sur les Alpes de Savoie avant qu'il n'ait eu le temps de les coordonner, M. Michel-Lévy (303, 361) a publié le dernier rapport annuel que ce géologue lui avait envoyé comme collaborateur de la Carte géologique.

Le premier chapitre a trait au Salève, montagne dont la croupe est partout constituée par le Néocomien moyen (Hauterivien); l'Urgonien flanque le pan Sud-Est, et le Valanginien et le Jurassique supérieur forment au flanc Nord-Ouest, une voûte déjetée, quelquefois rompue et chevauchante. Sur le versant Sud-Est, l'Urgonien est recouvert presque partout par les sables fins, blancs, que l'on a rattachés à l'Éocène supérieur (sables dits sidérolithiques).

L'auteur passe ensuite en revue la région quaternaire et miocène du pied du Salève, puis dit quelques mots dans un second chapitre, de la région mollassique.

Passant alors à la région alpine, M. Maillard consacre un paragraphe au massif créacé au Nord du Giffre (environs de Samoens). On y trouve en différents points, des schistes noirs sans fossiles (Valanginien ?), des calcaires gris, puis des schistes bruns à *Toxaster complanatus* (Néocomien), l'Urgonien, le Rhodanien à *Heteraster oblongus* et *Orbitolina lenticularis*, l'Aptien brun à *Exogyra virgula*, l'Aptien rouge (conglomérat), le Gault inférieur schisteux stérile, le Gault supérieur très fossilifère, le calcaire compact à grosses nummulites, le calcaire nummulitique à petites nummulites, des grès éocènes, le Flysch.

Les paragraphes suivants traitent du vallon de Salles et du cirque des Fiz, puis de la région jurassique qui comprend le Plateau d'Anterne, le Buet et le Gremairon et les alentours du fer à cheval de Sixt.

L'auteur y distingue les divisions suivantes :

1. MALM. Grande épaisseur de calcaires noirs à veines spathiques, eux-mêmes plus ou moins spathiques et quelquefois compacts. Épaisseur : environ 500 mètres. — Portlandien ?, Corallien.

2. OXFORDIEN. *a.* Dalles spathiques minces, à veines siliceuses ou calcaires, à petites ammonites et bivalves rares. Ep. 100 à 150 mètres. — Oxfordien supérieur.

b. Schistes feuilletés à ammonites comprimées et déformées. Schistosité transversale ou oblique et dalles rousses. Ep. 10 à 30 mètres. Divésien et Callovien.

3. DOGGER, calcaire esquilleux, spathique, bleu foncé ou noir à Bélemnites (*B. giganteus*) au col d'Anterne. Épaisseur peu considérable. — Bathonien et Bajocien ?

4. LIAS. *a.* Calcaires et schistes sans fossiles ou avec quelques rares glyphées. — Sinémurien.

b. Schistes ardoisiers à Cardinies, très épais au Sambey et au Fer à Cheval. — Hettangien.

Il s'occupe ensuite de la région entre le Borne et le Fier où l'on trouve dans le vallon de Dran le Vraconnien ou Gault supérieur avec *Schlœnbachia inflata* Sow., *Schl. varicosa* Sow., *Desmoceras latidorsatum* Mich., *D. Majori* d'Orb., *Acanthoceras Mantelli* Park., *Hoplites splendens?* Sow., et l'Albien ou Gault inférieur avec *Holaster lævis* Deluc, *Acanthoceras mamillare* Schl., *Desmoceras Beudanti* Brongn.

Enfin le massif de la Tournette est formé par trois anti-clinaux séparés par deux synclinaux ; les terrains qui le constituent sont les mêmes qu'à Samoens ; il y a seulement en plus le Jurassique supérieur et le Sénonien.

Ce travail est accompagné d'un grand nombre de coupes partielles ainsi que d'une planche de coupes d'ensemble, montrant l'allure générale des plis entre le Bostan et le col d'Argentière, entre le Colonnaz et l'aiguille du Gôter, ainsi que dans le Massif des Fiz.

L'étude de M. Termier (375) sur le massif de la Vanoise (Alpes de Savoie) a été analysé ci-dessus (p. 195) pour ce qui concerne les terrains primaires.

Quant au Trias, il comprend de bas en haut :

1. Quartzites blancs alternant parfois avec des schistes sériciteux blancs ou vert-clair.

2. Marbres chloriteux, plus rarement sériciteux, cargneules, gypse, calcaires siliceux zonés, calcaires jaunes légèrement magnésiens (Muschelkalk inférieur?).

3. Calcaires de la Vanoise (calcaires du Briançonnais de Lory). Représentent probablement le Muschelkalk supérieur et une partie du Keuper.

4. Cargneules supérieures existant seulement dans la vallée de l'Arc. Souvent associées à des gypses, elles représentent probablement le Keuper supérieur.

Dans la région de Pralognan, le gypse prend sur certains points une épaisseur énorme et paraît représenter la presque totalité du Trias.

Chacune des subdivisions du Trias est étudiée ensuite en détail, surtout au point de vue pétrographique.

M. Termier consacre alors un chapitre à l'étude des résultats du métamorphisme très développé dans la région. Ses conclusions sont les suivantes :

1. Les assises qualifiées primitives sont d'anciens sédiments argileux ou argilo-sableux, plus ou moins chargés d'alcalis, de magnésie et de chaux et qui étaient à l'origine fort semblables aux sédiments des époques postérieures.

2. La transformation de ces sédiments en phyllades peut être attribuée à un phénomène hydrothermal. L'examen des phyllades

de la Vanoise semble toutefois indiquer que la même transformation peut être réalisée par un simple recuit des sédiments sans aucun apport extérieur, pourvu toutefois que la température soit suffisamment élevée et la durée du recuit suffisamment prolongée.

3. La cause de cette élévation de température pourra, le plus souvent, être cherchée dans les mouvements orogéniques qui ont, à diverses reprises, bouleversé l'écorce terrestre. La plupart des régions primitives sont en effet des régions plissées.

4. L'âge des assises cristallophylliennes est en général impossible à déterminer d'une façon précise; les régions cristallophylliennes où n'apparaissent ni le granite, ni la granulite, peuvent être fort récentes. Celles où sont montées ces roches éruptives sont au contraire d'âge très reculé et méritent jusqu'à un certain point l'épithète *primitives*. Les terrains cristallins du Plateau Central sont, selon toute vraisemblance, nettement antérieurs à la faune primordiale.

En ce qui concerne la stratigraphie de la région, nous ne pouvons suivre M. Termier dans les explications très détaillées qu'il donne avec de nombreuses et belles coupes à l'appui, et nous devons nous borner à indiquer en quelques lignes les traits généraux du pays.

Contrairement aux idées de Lory, il n'existe aucune séparation par grande faille entre la région de la Vanoise et la zone houillère de Saint-Michel de Maurienne; la distinction entre la 3^e et la 4^e zone alpine (de Lory) est donc purement théorique.

« Deux anticlinaux permien réunis à Modane partent de là
 « dans la direction du Nord; entre ces anticlinaux apparaît bien
 « tôt un synclinal triasique, le synclinal du Col de Chavière. Puis
 « les anticlinaux divergent : celui de l'Est qui supporte la plus
 « grande partie du glacier de la Vanoise, se dirige vers le Nord-
 « Est; celui de l'Ouest qui forme les grandes montagnes de Pol-
 « set, de Pécelet, du Borgne, court d'abord vers le Nord-Nord-
 « Ouest et ne prend la direction Nord-Est qu'au delà du col du
 « Fruit. La bande triasique du col de Chavière s'étale donc entre
 « les deux bandes permien divergentes et dans cette bande
 « ainsi progressivement élargie, les anticlinaux et les synclinaux
 « secondaires se multiplient.

« Mais l'anticlinal permien du Col du Fruit ne conserve pas
 longtemps la direction Nord-Est. En approchant de Bozel, il
 « tourne peu à peu vers l'Est, puis vers le Sud-Est, passant sous la
 « Dent-de-Villard, sous Plan-Fornier, et venant constituer les
 « hautes crêtes de la Becca-Motta et du Grand-Bec. A la pointe du
 Vallonnet la direction est de nouveau vers l'Est, puis dans le
 « cirque de la Plagne, l'anticlinal reprend la direction du Nord-
 « Est et disparaît enfin sous les calcaires triasiques des Rochers-
 de-Pramecou.

« L'anticlinal permien du glacier de la Vanoise, dont la direc-
 tion N. E. ou N. N. E. est à peu près invariable, disparaît de
 « même sous les calcaires triasiques du vallon de la Leisse. A l'Est
 « de cet anticlinal, une deuxième bande triasique peut se suivre,

« sans aucune solution de continuité, de Modane à Tignes. A
 « cette bande synclinale appartiennent le massif de la Dent-Parra-
 « chée, les calcaires et cargneules de Thermignon et du Plan du
 « Loup, les escarpements du Rocher du Col. Ces assises triasi-
 « ques se soudent, dans le vallon de la Leisse, à celles de la Va-
 « noise, par suite de la disparition en profondeur de l'anticlinal
 « permien.

« Les plis multiples développés dans la première bande triasique
 « (Chavière-Vanoise) par l'écartement des anticlinaux permien
 « suivent naturellement les mouvements de ceux-ci. Les plis si-
 « tués près du bord Est de la bande s'infléchissent lentement de la
 « direction N.-S. (Chavière) à la direction N. 70° E. (Grand Mar-
 « chet); ils sont Est-Ouest au col de la Vanoise, puis reprennent
 « l'orientation N. E. dans le Vallon de la Leisse. Les plis situés
 « près du bord Ouest ont au contraire une allure beaucoup plus
 « complexe : ils tournent brusquement de 180° dans la région de
 « la Dent-de-Villard, reviennent plus ou moins loin vers le Sud,
 « aux environs de Pralognan, puis se recourbent de nouveau, les
 « uns de 120°, les autres de 180° pour reprendre la direction de
 « l'Est ou du Nord-Est. Le maximum de torsion est subi par les
 « plis du massif de Plassas.

« Dans l'ensemble ces divers plis tendent à se coucher vers
 « l'Est. Quelques-uns sont couchés jusqu'à l'horizontale : tel est
 « par exemple l'anticlinal permien de Polset, au col de Chavière,
 « au Lac Blanc, à la pointe des Fonds. Tels sont encore l'anticli-
 « nal de quartzites au Mont Bochor et l'anticlinal permien de la
 « Vanoise au point 2997 (glacier de la Dent-Parrachée). Tel est
 « surtout le grand pli du Pelvoz dont le bord Sud renversé sur un
 « synclinal calcaire écrasé, se suit de la Pointe-du-Dar au col de
 « la Vanoise. »

Sur les flancs du vallon de la Leisse, les plis de la bande triasi-
 que de Thermignon sont couchés vers l'Ouest, ceux de la bande
 triasique de la Vanoise restant couchés vers l'Est. Au col de la
 Leisse, les plis sont redevenus voisins de la verticale, mais plus au
 Nord dans le vallon du Pâquier, ils tendent à se coucher vers
 l'Ouest.

Nous attirerons l'attention sur l'existence d'un lambeau de re-
 couvrement composé de Schistes lustrés et visible à Leisse-Dessus
 et à la crête de la Sana. Il repose sur des couches diverses du Trias
 et explique pourquoi Lory rattachait les Schistes lustrés à ce der-
 nier terrain.

Ce travail est accompagné d'une carte géologique du Massif de
 la Vanoise.

Il serait à désirer que les différentes parties des Alpes fussent
 l'objet de monographies aussi consciencieuses et aussi détaillées.

M. Termier (444) a signalé en outre l'existence aux environs
 de la Clusaz (Haute-Savoie) d'un poudingue contenant des blocs
 d'une andésite augitique à labrador et à pyroxène, intercalé dans le
 Flysch.

On a donc la preuve formelle de la venue dans cette région des Préalpes, à l'époque éocène, c'est-à-dire longtemps avant le plissement des chaînes subalpines, d'andésites à labrador et pyroxène, fort semblables à celles qui ont surgi plus tard, à l'époque pliocène, en de nombreux points du Plateau central.

M. Kilian (354) s'est occupé du massif de Varbucho (Savoie).

Le TRIAS y est représenté par :

1. *Quartzites*, surmontés d'un côté par le Trias moyen, et de l'autre par le Nummulitique par simple transgression.

2. *Calcaires dolomitiques massifs*, nettement intercalés entre les quartzites et les gypses du Trias.

3. *Gypses* blancs, saccharoïdes, accompagnés de cargneules jaunâtres.

4. *Schistes bariolés*, surtout lilas et verdâtres, recouverts par l'Infralias.

Pour le JURASSIQUE, voir ci-dessus p. 210, 236.

Le NUMMULITIQUE forme dans son ensemble un pli synclinal qui se suit sans interruption du Cheval-Noir en Tarentaise au col du Lauzanier, à la limite des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes.

Il débute par des arkoses et par une brèche micacée à éléments variés; quant à la partie supérieure de l'étage, elle est formée d'une grande épaisseur de schistes, tantôt pourris, tantôt ardoisiers, alternant avec de petits bancs de grès quartzeux brunâtres (Flysch).

M. Kilian trouve dans la coupe de Varbucho un argument en faveur de la grande transgression nummulitique; entre Moutiers et la Chambre, on voit le Nummulitique reposer successivement sur le Lias, les gypses et cargneules triasiques, les schistes bigarrés, les calcaires du Trias, les quartzites et le Lias schisteux; les fragments de ces diverses roches forment en grande abondance les éléments de la brèche nummulitique et montrent nettement par leur fréquence relative en relation avec la nature du substratum, qu'il s'agit bien d'une transgression et non d'un contact anormal. Dans de nombreux points, on peut en outre constater une discordance angulaire entre le Nummulitique et les couches sous-jacentes, de sorte qu'il semble bien prouvé que dans la région considérée, il y a lieu d'admettre, outre les dislocations hercyniennes (préhouillères et posthouillères) de la première zone et les plissements bien connus de la période miocène, des dislocations pré-nummulitiques.

La note de M. Kilian est accompagnée de deux coupes (l'une du Massif de Varbucho, l'autre de la Grande-Moënda) qui montrent l'importance considérable des plissements, et au contraire l'absence de failles dans toute cette région.

M. W. Kilian (353) a publié un mémoire très important sur l'histoire et la structure géologique des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes.

I. STRATIGRAPHIE. Les *schistes gris lustrés* et les *schistes calcaréotaleux* du Queyras font l'objet du premier paragraphe; ils sont

partout nettement inférieurs aux assises triasiques, ainsi qu'aux argilolithes de l'Ubaye rapportées par l'auteur au Permien; ils renferment des bancs de calcaire et de quartzites. On sait que Lory les rangeait dans le Trias, tandis que les géologues italiens les considéraient comme primaires; M. Kilian n'ayant vu en aucun point la superposition du terrain houiller sur ces schistes, dit qu'ils pourraient être considérés comme carbonifères, mais il pencherait plutôt pour leur assigner un âge plus ancien : « En résumé, dit l'auteur, s'il est permis en se basant sur la superposition des couches et sur la distribution des affleurements, d'affirmer que les schistes calcaréo-talqueux du Queyras sont antérieurs au Permien, rien, jusqu'à présent, n'autorise à les attribuer à un étage déterminé de la série paléozoïque. »

Le *terrain houiller* forme le grand anticlinal en éventail de la troisième zone et se montre en outre dans quelques anticlinaux de la deuxième zone; il disparaît à l'Est d'une ligne Modane-Briançon-Saint-Paul et semble céder la place aux schistes lustrés.

Le *Permien* comprend : 1° Les phyllites vertes à noyaux feldspathiques des environs de Modane, dont l'âge postérieur au terrain houiller, reconnu depuis longtemps par M. Lachat, a été établi par M. Zaccagna et confirmé par les explorations de MM. Potier, Bertrand et Termier; 2° des grès kaolino-argileux à teintes vives et des argilolithes schisteuses vertes et lie-de-vin; 3° des conglomérats à galets de quartz rose et blanc, fragments de porphyrite violacée et ciment argileux lie-de-vin ou quartzeux verdâtre, rappelant le Verrucano du canton de Glaris.

L'existence de cet horizon intermédiaire entre les quartzites triasiques et le terrain houiller ou les schistes lustrés, paraît générale dans les chaînes alpines du Briançonnais où, malgré l'absence fréquente et la sporadicité caractéristique des dépôts permien, ces derniers sont constamment concordants avec les assises du Houiller et du Trias.

Le Permien est vivement coloré en rouge ou violet; mais il est à remarquer que cette coloration peut s'étendre à une partie des grès houillers, ce qui rend alors la limite entre les deux systèmes assez difficile à établir.

On n'a, jusqu'à présent, trouvé aucun fossile dans ces couches.

Le *Trias* débarrassé des Schistes lustrés, se compose seulement de : 1° Quartzites; 2° Cargneules et gypses inférieurs; 3° Marbres phylliteux et Calcaires dolomitiques; 4° Cargneules et gypses supérieurs.

L'auteur donne une description détaillée de chacune de ces subdivisions. La troisième comprend une grande partie des « calcaires du Briançonnais » de Lory; elle repose souvent directement sur les Schistes lustrés sans en être séparée par des quartzites. Cette disparition du Trias inférieur ne se fait remarquer que dans les cas où les phénomènes de plissement ont été très énergiques; il s'agit d'un étirement de ces assises, par conséquent d'une lacune

purement mécanique dans la série des couches et non pas due à une absence de sédimentation. L'existence des gypses et cargneules supérieurs est certaine : cet horizon est incontestablement supérieur aux calcaires dolomitiques, et doit être distingué avec soin de la deuxième subdivision. Des schistes lilas et verdâtres occupent la partie supérieure des gypses en Maurienne et se retrouvent dans le Briançonnais associés et mêlés aux calcaires ; ils sont immédiatement recouverts par les calcaires dolomitiques de l'Infralias à *Avicula contorta*.

Il est à remarquer que le gypse et les calcaires semblent se remplacer mutuellement et que leurs épaisseurs paraissent croître aux dépens l'un de l'autre : les gypses inférieurs et supérieurs, les cargneules et les calcaires ne sont que des modifications diverses d'un seul et même ensemble.

(Voir ce qui concerne le *Jurassique*, ci-dessus p. 210.)

Le *Nummulitique* forme dans son ensemble un pli synclinal que l'on suit sans interruption, du Cheval-Noir en Tarentaise au col du Lauzanier (limite des Basses-Alpes et des Alpes-Maritimes). Il renferme une brèche micacée et quartzreuse jusqu'à présent considérée comme triasique et surtout bien développée aux environs de Moutiers (Villarly, Cheval-Noir, Niélard, Pointe de Crève-Tête). Cette brèche se trouve à Aigueblanche entre le Trias et le Lias, mais M. Kilian pense qu'elle est pincée dans un pli synclinal très aigu et appartient bien réellement au Nummulitique ; elle se distingue d'ailleurs très bien de la brèche calcaire liasique, quoique ces deux assises se trouvent souvent en contact.

La puissance du Nummulitique et des schistes (Flysch) qui le terminent au sommet, a été considérablement exagérée, parce qu'on n'a pas tenu compte des plis très nombreux dont ils sont affectés.

M. Kilian n'a pas étudié spécialement les *roches éruptives*, mais il fait remarquer que les schistes lustrés étant reportés au Paléozoïque, l'âge des serpentines, variolites et euphotides qui les traversent sans atteindre le Trias authentique, est remis en question.

II. TRANSGRESSIONS ET DISCORDANCES. Il y a des indications d'une transgression permienne ; mais c'est à l'époque du Trias qu'une transgression très importante a eu lieu ; en effet, ce système recouvre le Permo-carbonifère en concordance dans les deuxième et troisième zone, tandis que, dans la quatrième, il repose souvent sur les Schistes lustrés et que, dans la première, il est séparé du Houiller par une discordance prononcée.

Le Jurassique supérieur est aussi en discordance et transgression sur les calcaires triasiques, ce qui conduit à supposer des mouvements du sol ayant produit des émergences locales pendant l'époque jurassique.

Enfin la grande transgression nummulitique peut être considérée comme établie ; elle est très nette en Savoie entre Moutiers et la Chambre où l'on voit les assises tertiaires reposer successivement sur le Lias, les gypses triasiques, les schistes bigarrés, les calcaires

du Trias, les quartzites et le Lias schisteux. Des observations faites en de nombreux points démontrent la réalité de cette transgression (Haute-Uri, vallée de Barcelonnette, environs de Seynes, etc.) ; les superpositions constatées sont bien réelles et ne sont pas dues à des phénomènes mécaniques postérieurs au dépôt.

III. DISLOCATIONS. M. Kilian signale la fréquence des refoulements tangentiels qui lui paraissent la seule interprétation pouvant rendre compte de la structure de la chaîne alpine, et fait remarquer la présence des plis-failles dans les chaînes subalpines ; il insiste sur le rôle prépondérant des phénomènes de plissement dans la région, et en donne de nombreux exemples. Il déclare au contraire que les cassures longitudinales sont beaucoup plus rares qu'on ne le croit généralement ; il s'élève notamment contre l'idée de Lory, que les diverses zones alpines sont séparées par de véritables failles. « Le rôle qu'auraient joué ces failles dans la sédimentation et la répartition des faciès, lui semble avoir été exagéré autant que leur ancienneté... En effet, pour aucun des terrains étudiés, les limites des différents faciès, quoique parallèles à la direction générale de la chaîne, ne coïncident exactement avec celles des quatre zones alpines. Ces lignes de faille ne semblent donc pas remonter, ainsi qu'il a été souvent répété, à une haute antiquité. »

IV. APERÇU SUR L'HISTOIRE ET LA STRUCTURE DE LA RÉGION DES ALPES FRANÇAISES.

Les Alpes comprennent un *zone centrale* constituée par les schistes cristallins, supportant quelques lambeaux de sédiments paléozoïques et de Trias, de chaque côté de laquelle se trouvent deux *zones subalpines* symétriques formées de sédiments mésozoïques et tertiaires. La zone interne, de la Save au Tessin, a une structure assez remarquable : les synclinaux y ont une tendance à se déverser vers le Sud ; peu serrés, ils possèdent pour la plupart une grande amplitude et sont fréquemment taillés en gradins, surtout au voisinage de la dépression adriatique.

La zone externe est subdivisée en trois bandes bien nettes, de Vienne au Rhin (*a*, Trias, Jurassique et un peu de Tertiaire ; *b*, Flysch ; *c*, Mollasse miocène) ; les bandes *a* et *b* se confondent à l'Ouest de la Suisse et en Savoie, et à partir de Chambéry, la bande mollassique contient des chaînes mésozoïques.

Dans les Alpes occidentales, un nouvel élément s'ajoute aux précédents : il apparaît au milieu de la bande *a*, une série de massifs cristallins, formant un premier arc en avant de la grande zone cristalline. C'est la première zone alpine de Lory, qui contient les massifs les plus élevés et les plus imposants des Alpes et apparaît ainsi comme un simple accident dans le plan général du système alpin.

C'est entre cette première zone alpine ou zone du Mont Blanc et la zone centrale ou du Mont Rose que se trouve comprise la zone du Briançonnais, 2^e et 3^e zones alpines de Lory, dont il a été presque uniquement question ci-dessus.

On trouve successivement :

1^{re} zone. — Anticlinaux cristallins.

Zone du Briançonnais } 1. Synclinal nummulitique.
2. Anticlinal en éventail du Houiller.
3. Synclinal des environs de Modane, Névache, Briançon, Queyras, Haute-Ubaye à calcaires triasiques dominants.

4^e Zone (de Lory). — Anticlinal du Montcenis, Queyras, col du Longet, schistes lustrés et cristallins.

M. Kilian étudie en détail chacun de ces plis.

Enfin il donne un essai de l'histoire orogénique des Alpes françaises ; il distingue les phases suivantes :

1. Mouvements paléozoïques accentués seulement dans la première zone alpine (Belledonne) ; ailleurs simple exhaussement préparant le continent qui fournit plus tard les matériaux du terrain houiller.

2. Mouvements post-houillers et permien attestés surtout dans la première zone par la discordance du Trias ou du Lias sur le Houiller. Ils ne semblent pas s'être fait sentir dans la zone du Mont Rose ou dans celle du Briançonnais où une parfaite concordance relie toutes les assises.

3. Mouvements de la période secondaire, indiqués par la différence de faciès des dépôts plus ou moins lagunaires du Trias et des couches franchement marines du Jurassique.

4. Mouvements réduisant le domaine de la mer au golfe nummulitique, surtout accentués vers le Sud où de nombreuses discordances les attestent ; ils ont été suivis de près par la transgression nummulitique.

5. Mouvements post-nummulitiques, présentant plusieurs phases :

a. Formation de plis et de failles n'affectant pas la Mollasse et qui ont dû se produire avant le dépôt de l'Helvétien ; ces mouvements n'ont été mis en évidence jusqu'à présent que dans le Nord des Basses-Alpes (environs de Saint-Geniez). Après ces dislocations survint la mer de la Mollasse déposant d'abord des couches riches en fossiles marins ; puis vint une période de retrait et des conglomérats côtiers s'accumulèrent sur la bordure du massif alpin transformé en littoral ; puis la mer se retira tout à fait pendant le Miocène supérieur.

b. Grands mouvements alpins post-helvétiques et post-tortonien, ayant eu pour effet de plisser et de redresser la Mollasse. C'est la phase des dislocations les plus énergiques et de la formation des chaînes subalpines ; la mer est réduite au fjord pliocène de la vallée du Rhône.

6. Mouvements pliocènes très faibles ; ils n'ont été constatés que dans la Drôme.

7. Enfin, probablement au début de l'époque quaternaire, un autre ordre de phénomènes intervient dans l'histoire des Alpes. « La chaîne avait acquis désormais son relief définitif ; pendant la

« période quaternaire, les cluses s'ouvrirent en utilisant les cas-
 « sures transversales, les courbes se dessinèrent, les vallées se for-
 « mèrent et les cours d'eau édifièrent terrasse sous terrasse. C'est
 « pendant cette nouvelle phase qu'à l'époque glaciaire se creu-
 « saient des ravins sans nombre dont les matériaux furent en-
 « traînés au loin par les courants diluviens laissant à nu le relief
 « sillonné que nous connaissons ; les sommets s'arrondirent, les
 « crêtes s'émoussèrent, les vallées commencèrent à se remplir.
 « Après la longue période d'édification, commença l'œuvre de
 « destruction à laquelle nous assistons encore. »

M. Kilian insiste sur l'existence dans la zone du Mont Blanc de
 mouvements antérieurs au Carbonifère et termine ainsi :

« Que l'on considère ou non les massifs de la première zone
 « alpine comme des fragments remaniés de l'ancienne chaîne
 « hercynienne, il semble que de l'ensemble des résultats énumérés
 « ci-dessus, se dégage d'une façon frappante, outre le principe de
 « la continuité de l'effort orogénique dans le temps, une autre
 « conséquence non moins importante, la continuité de leur pro-
 « gression dans l'espace. Nous voyons les plissements qui attei-
 « gnent à l'époque carbonifère leur maximum d'intensité dans le
 « Plateau Central, se propager vers l'Est, et, à la fin du Permien,
 « s'étendre jusqu'à l'emplacement actuel d'une partie des Alpes.
 « Après les quelques dislocations de la période secondaire, cette
 « zone de plissement intense s'est transportée à l'Est, c'est-à-dire
 « vers la chaîne alpine vis-à-vis de laquelle le bord oriental du
 « Plateau central jouant le rôle de massif de résistance....., n'est
 « plus atteint que par des dislocations atténuées (plis de grande
 « amplitude et failles). Il semble ainsi que l'Europe se laisse divi-
 « ser en une série de zones dont chacune a été tour à tour zone de
 « plissement et massif de résistance. La progression des phéno-
 « mènes orogéniques a été continue et les aires de propagation de
 « chacune des principales phases de dislocation ont, tout en se
 « déplaçant, pour ainsi dire empiété les unes sur les autres. »

Depuis plusieurs années déjà, les géologues italiens soutenaient,
 en ce qui concerne les schistes lustrés des Alpes, une opinion toute
 différente de celle de Lory. Tandis que ce dernier rapportait les
 schistes lustrés au Trias et les calcaires du Briançonnais qui les
 surmontent, au Lias, M. Zaccagna regardait les schistes lustrés
 comme plus anciens que les terrains anthracifères, les calcaires du
 Briançonnais appartenant pour lui au Trias.

A la suite d'une excursion faite en commun par MM. Potier,
 Bertrand, Zaccagna, Mattiolo et Franchi, M. Bertrand (449)
 n'hésite pas à adopter l'opinion des géologues italiens. La superpo-
 sition des schistes lustrés aux calcaires magnésiens et aux quart-
 zites, signalée par Lory dans sa coupe d'Oulx à Modane, existe
 bien réellement, mais elle s'explique par un renversement posté-
 rieur, et l'étude détaillée des lieux ne laisse aucun doute sur l'anté-
 riorité des schistes aux quartzites, lesquels forment pour tout le
 monde la base du Trias. (Voir p. 384, l'opinion de M. Kilian).

M. Kilian (534) signale l'existence entre les deux bancs de ciment de la Porte-de-France (Berriasien, Zone à *Hoplites Boissieri*) d'une lentille de calcaire coralligène d'un blanc jaunâtre, à radioles de *Cidaris*, etc. Ce fait a été constaté dans le massif de la Grande-Chartreuse, un peu en amont de Fourvoirie.

Dans son important travail sur les chaînes subalpines entre Gap et Digne, M. Haug (351) passe rapidement sur les terrains antérieurs au Jurassique.

Les *schistes à sérécite* affleurent seulement dans la cluse supérieure du Bès et à Rémollon; ils paraissent représenter soit des micaschistes, soit du Précambrien localement injecté par une roche éruptive.

Le *Terrain houiller* affleure dans la cluse du Bés près de Barles; il est formé de couches à anthracite visibles sur une trentaine de mètres d'épaisseur et renfermant : *Pecopteris cyathea* (Schl.) Bgrt., *P. arguta* Sternb., *P. cf. polymorpha* Bgrt., *P. cf. arborescens* Schl., *Alethopteris Grandini* Bgrt., *Callipteridium mirabile* Rost., *Calamites ramosus* Bgrt., *Annularia stellata* Schl. Cette faune indique le Houiller supérieur.

Le *Trias* vient directement au-dessus; il comprend :

1° le *Grès bigarré* visible seulement dans trois affleurements, dont le plus important est celui de Barles (poudingue à éléments de grosseur variable, passant insensiblement vers le haut à un grès très siliceux, jaunâtre ou d'un blanc sale, en gros bancs très compacts alternant à la partie supérieure avec des grès à grain fin, feuilletés, lustrés).

2° le *Muschelkalk* affleurant seulement à Tanaron, Barles et Bayons, et constitué par des calcaires bruns ou noirs à veines spathiques associés à des calcaires cloisonnés et à des calcaires jaunes dolomitiques; on n'y a jamais rencontré de fossiles.

3° le *Keuper* qui présente dans toute la région des chaînes subalpines du bassin de la Durance, une remarquable uniformité pétrographique (argiles rouges ou vertes, dolomies jaunâtres et carnageules avec lentilles de gypse plus ou moins puissantes). L'auteur décrit les divers affleurements de Keuper; il fait remarquer que dans les points où il a été soumis à de fortes pressions, notamment au pied du Blayeul près Barles, les roches qui le composent ont été transformées en schistes satinés exploités parfois pour ardoises. Mais l'existence de ces schistes satinés n'autorise nullement à considérer les schistes lustrés du Queyras comme triasiques : les deux roches sont très différentes.

Après l'étude détaillée du Jurassique (voir ci-dessus p. 211, 236, 251, 264), M. Haug dit quelques mots du Crétacé qui comprend :

1. Etage néocomien.

a. Couches à *Hoplites neocomiensis* (Valanginien).

b. Couches à *Crioceras Duvali* (Hauterivien).

c. Couches à *Desmoceras difficile* (Barrémien).

2. Aptien.
 - a. Couches à *Ancyloceras Matheroni* (Bedoulien).
 - b. Couches à *Hoplites furcatus* (Gargasien).
3. Cénomanién.
4. Turonien.
5. Sénonien.

Le Crétacé inférieur est de beaucoup le plus développé ; il se montre :

A Saint-Geniez (couches à *Crioceras Duvali*).

A Reynier. Marnes à *Belemnites latus* et ammonites ferrugineuses.

Couches à *Crioceras Duvali*. Barrémien grisâtre à *Desmoceras difficile*. Calcaires marneux et marnes bleuâtres avec *Ancyloceras* et *Hoplites Deshayesi* (Aptien inférieur). Marnes aptiennes.

A Feissal. Même succession que dans le précédent affleurement.

Aux environs de la Motte-du-Caire. Marnes grises à ammonites pyriteuses (*Phylloceras semisulcatum* d'Orb., *Ph. Tethys* d'Orb., *P. picturatum* d'Orb., *Ptychoceras neocomiensis* d'Orb., *Haploceras Grasi* d'Orb., *Cosmoceras verrucosum* d'Orb., *Holcostephanus Astierianus* d'Orb., *Hoplites neocomiensis* d'Orb., *H. Roubaudi* d'Orb.).

Dans la région comprise entre la Durance et le Buech. Plusieurs îlots néocomiens :

Au Puy-de-Manse. Calcaires gris néocomiens avec *Phylloceras infundibulum* d'Orb., *Haploceras Grasi* d'Orb., *Holcostephanus Astieri* d'Orb., *Hoplites cf. amblygonius* Neum., *Crioceras Duvali* Lév., *Aptychus Seranomis*.

A la limite orientale de la région. Bande continue de Néocomien de l'Ubaye à la vallée de l'Asse. Marnes à Ammonites ferrugineuses (*Cosmoceras verrucosum* d'Orb., *Holcostephanus Astieri* d'Orb., *Hoplites neocomiensis* d'Orb.) représentant le Néocomien inférieur. L'Hauterivien paraît exister mais peu fossilifère ; il en est de même du Barrémien et de l'Aptien.

M. Haug fait remarquer la grande uniformité du Crétacé inférieur dans toute la région ; il présente partout le faciès vaseux typique.

Les marnes aptiennes sont partout recouvertes immédiatement par les calcaires marneux du Cénomanién et le passage d'une formation à l'autre est tellement insensible qu'il semble impossible à l'auteur d'admettre entre les deux étages une émergence correspondant à la période du Gault ; aussi suppose-t-il qu'une partie des marnes peu fossilifères, classées dans l'Aptien, pourrait être rapportée au Gault.

Le Crétacé supérieur ne se montre que dans un lambeau de très faible étendue situé à l'Est de Thoard et pincé entre deux failles ; il présente une série de couches réparties entre le Cénomanién, le Turonien et le Sénonien, bien qu'on n'y ait trouvé qu'un seul fossile, *Inoceramus labiatus*.

Le Nummulitique se voit seulement aux environs de Faucon et de Gisors.

Pour le Néogène, voir ci-dessus p. 281.

M. Haug s'occupe ensuite des dislocations de la région.

Parmi celles qui résultent de mouvements horizontaux, on peut citer l'anticlinal N. O.-S. E. de Tauze et le synclinal du Givaudan, l'anticlinal de Théous et des Monges, le bombement de Barles-Verdaches, le bombement de Rémollon et de Saint-Etienne d'Avançon, l'anticlinal de Chateaufort. Les plis normaux déjetés ou renversés sont rares ; on trouve seulement l'anticlinal de Beaujeu, les plis entre Javie et Blégiers et l'anticlinal du Péouvé au Sud de Barles.

Les plis-failles constituent certainement le trait dominant de la région, bien que l'érosion en rende souvent la reconnaissance difficile ; il semble que la plupart des recouvrements doivent être ramenés, au moins théoriquement, à des plis failles (recouvrement d'Astoin-Barles, d'Astoin-Entrain, les Traverses-Mélan, Bedoin, Lambert-Tanaron).

Il existe plusieurs lambeaux de recouvrement : le lambeau triangulaire de Bayons, le lambeau de Grès bigarré d'Entraix, et probablement les rochers de Lias inférieur couronnant les deux montagnes qui se font face sur les deux rives du vallon de Turriers.

En ce qui concerne les dislocations résultant de mouvements verticaux, il n'y a lieu de signaler comme ayant de l'importance au point de vue orogénique, que les failles périphériques qui limitent des bassins d'affaissement. Les trois champs d'affaissement de la région sont ceux de Turriers-Faucon, d'Esclangon et de Thoard-Champtercier ; ce dernier surtout est le type d'un bassin d'affaissement. Constitué par le Tertiaire, il est limité au Nord et à l'Est par un réseau de failles périphériques qui déterminent la présence entre la Mollasse marine affaissée et le massif liasique surélevé, d'une bande de terrains divers très disloqués, surtout près de Thoard et à Courbons.

Les directions des lignes de dislocations sont très variables ; les plus importantes sont N. O.-S. E. (anticlinal du Laus-Remollon, etc.), O.-E. (crête de Chaillans, anticlinaux de Sigoyer et de Chateaufort), S. O.-N. E. (crête de Vamuse, axe du synclinal de Thoard, etc.).

Il est évident que ces dislocations si compliquées qui se coupent dans tous les sens ne se sont pas produites en même temps ; voici l'ordre de succession admis par M. Haug, abstraction faite des mouvements antérieurs à la fin de l'époque secondaire :

Dislocations post-crétacées.

Première ébauche des plis de la partie orientale de la région, anticlinal-limite des bassins du Flysch et de l'Aquitaniens.

Dislocations ante-aquitaniennes.

Première ébauche de l'anticlinal du Nord (Kilian) et des synclinaux de Reynier et de Feysal (?). Plis de Digne.

Dislocations ante-helvétiques.

(?) Faille du Blayeul, faille de Bréziers-le-Caire.

Dislocations ante-tortonniennes.

Plissements méridionaux du système de Lure.

Plis-failles et grands chevauchements.

Effondrement du bassin de Thoard-Champtercier.

Quant aux mouvements plus anciens, ils ne se traduisent guère par des dislocations.

Enfin M. Haug résume l'histoire géologique de la région étudiée et des parties avoisinantes des Alpes.

M. Guébard (334) a présenté à l'*Association française* une carte géologique provisoire des environs de St-Vallier de Thiey (Alpes-Maritimes).

La feuille de Draguignan par M. Zurcher (333) se compose de deux parties très nettement distinctes : l'une constituée en majeure partie de terrains cristallins, l'autre entièrement formée de couches secondaires, dont des plissements très énergiques ont compliqué les rapports d'une façon particulièrement remarquable.

La première partie se relie aux massifs des Maures et de l'Esterel. La seconde montre deux régions assez disparates : l'une, au Nord, se rattachant aux Basses-Alpes, dont les larges reliefs atteignent et dépassent 1.000 mètres d'altitude, froide, aride, peu habitée; l'autre au Sud, de topographie plus compliquée, de moindre élévation, tempérée, riante, populeuse.

Si nous laissons de côté les *éboulis sur les pentes, tufs, Alluvions modernes, Alluvions anciennes*, les TERRAINS SÉDIMENTAIRES comprennent :

Les *Poudingues de Riez*, accompagnés à la base de *calcaires d'eau douce*. — Miocène supérieur.

Les *Calcaires et Marnes à Mastodon angustidens*. — Miocène moyen.

L'*Aquitanien*. Entre Bras et Varages et au Sud de Moissac. — *Planorbis cornu, Dremotherium Feignouxi, Carpolites Websteri*.

Les *Argiles rouges et poudingues* à éléments fréquemment siliceux qui couronnent le Crétacé et ont participé à ses mouvements, paraissant devoir être rattachés à l'Éocène.

Les *Calcaires, marnes et grès de l'horizon de Rognac*, très étendus au N.O. de la feuille. — *Cyclophorus heliciformis*.

Les *Grès à Reptiles*, très riches en certains points en ossements de sauriens (*Rhabdodon priscum, Hypselosaurus priscus, Crocodilus*, etc.). — Fox-Amphoux, Montmeyau.

Les *Couches de Fuveau*, couronnant le Crétacé dans le synclinal de Mazauges et dans celui du Val (*Cyrena galloprovincialis, Melanopsis galloprovincialis*).

Les *Calcaires et Marnes à Hippurites, grès*, visibles seulement dans le synclinal de Mazauges. — *Cyclolites polymorpha, C. crasisepta*.

L'*Aptien* vient directement au-dessous. — Calcaires à silex avec marnes sous-jacentes; *Echinospatagus Collegnii*. Cet étage n'existe que dans le synclinal de Mazauges, ailleurs le Sénonien ou le Danien repose directement sur le Jurassique.

L'*Urgonien*, masse de calcaires blancs avec Requienies et Poly-piers; très peu développé.

Le *Néocomien* qui ne pénètre sur la feuille qu'en un seul point près de la Verdrière.

Pour les différents étages du *Jurassique*, voir ci-dessus, p. 214, 239, 252, 333.

Viennent ensuite :

Les *Marnes irisées*, marnes bariolées, avec amas de cargneules et lentilles de gypse rubané.

Le *Muschelkalk*, calcaires noirâtres avec lits marneux et fossilifères à la partie moyenne. *Terebratula vulgaris*, *Encrinus liliiformis*.

Le *Grès bigarré*, grès bariolés et schistes rouges reposant sur un poudingue quartzeux. Près du Luc, cuivre carbonaté et filonnets de gypse.

Le *Permien*, très développé dans la haute vallée de l'Aille, et surtout composé de grès, schistes et argiles rouges et verts; conglomérats importants porphyriques et gneissiques en approchant de l'Esterel.

Les *poudingues et schistes houillers*, remplissant un synclinal cristallophyllien à l'Ouest du Plan de la Tour. — *Pecopteris Biotii*, *Calamites gigas*.

Les *phyllades*.

LES TERRAINS ÉRUPTIFS comprennent :

Des *porphyrites* traversant en filons le Permien, les micaschistes et gneiss, le porphyre de l'Esterel et le granite du Plan de la Tour.

Le *porphyre de l'Esterel*, rouge avec cristaux de quartz bipyramidé et d'orthose, disséminés dans une pâte pétrosiliceuse. — Contemporain du Permien inférieur ou plus récent.

Le *porphyre pétrosiliceux* en filons épais traversant le Houiller du Plan de la Tour.

Des *porphyres globulaires*, en filons dans le granite du Plan de la Tour.

La *granulite et la pegmatite* formant de nombreux filons dans le gneiss et le granite.

Le *granite* blanc porphyroïde, à grands cristaux d'orthose, butant au Nord contre le Permien.

Quant aux TERRAINS CRISTALLOPHYLLIENS, ils sont constitués de haut en bas par :

Des *schistes amphiboliques* et des *amphibolites*.

Des *micaschistes*.

Une grande masse de *gneiss* à mica noir.

Des *micaschistes à minéraux*, riches surtout en grenats et tourmalines avec *gneiss* intercalés.

Des *gneiss à amphibolites*, dont la transformation a donné lieu à de beaux amas de serpentine.

Des *micaschistes*.

Des *gneiss* très épais, remplis de filons granulitiques.

La stratigraphie compliquée de la feuille de Draguignan (333, 378) est l'œuvre de plissements nombreux, variant à l'infini d'amplitude et d'allure et dont un caractère constant est une dissy-

métrie allant très souvent jusqu'au déversement et atteignant des proportions extraordinaires dans les cas fréquents où la partie anticlinale est complètement couchée et où par suite, des masses de recouvrement formées de terrains relativement anciens surmontent des couches plus récentes.

Ces masses plus ou moins morcelées par les érosions, permettent d'observer les résultats curieux des effets horizontaux considérables mis en jeu lors de leur formation. Dans les parties comprimées du pli, les couches sont souvent amincies ou supprimées (Menpenti près Roquebrussanne, etc.) et quelquefois plissées sur elles-mêmes d'une façon secondaire (la Bouissière, La Croix-Solliès près Salernes). Partout l'ensemble de la portion étirée est réduit en lambeaux, laminé, ou même a disparu.

Les plis qui s'étendent de Mazauges à Camps, de Bras au Thoronet et au Luc, de Barjols à Lorgues, de Vérignon à Ampus, présentent des exemples du plus haut intérêt de ces phénomènes si remarquables de la stratigraphie provençale.

Des accidents du même genre semblent exister aussi à la limite Nord du massif des Maures, où les couches permienes paraissent s'enfoncer sous les terrains cristallophylliens. Des preuves certaines viennent d'ailleurs de démontrer, près de Toulon, l'existence d'îlots de phyllades au-dessus du Muschelkalk.

L'étude des rapports qui existent entre ces divers plis permet de constater tout d'abord qu'ils se groupent en faisceaux parallèles composés d'anticlinaux déversés dans le même sens et dont la direction est, en général, grossièrement rectiligne ou courbée d'une façon peu accentuée. En certains points au contraire comme à Lorgues et aussi entre Bras et le Val, des courbes très raides semblent marquer de brusques changements de direction, atteignant 180 degrés d'amplitude et reproduisant ainsi la disposition signalée à l'extrémité orientale de la chaîne de la Sainte-Beaume.

Ces continuités apparentes des plissements, malgré de telles différences de direction, sont sans doute l'effet du raccordement de deux plis, formés simultanément, par une surface comparable à un tore de section semi-ovale inclinée, raccordement rendu possible dans ces conditions par le fait du déversement des deux plis l'un vers l'autre.

Un autre fait remarquable frappe les yeux à l'examen de la feuille; c'est la pénétration du Trias jusqu'à la Verdrière sous forme d'une bande relativement étroite, se dirigeant jusque-là à peu près du Sud au Nord, et s'infléchissant ensuite vers l'Ouest. Partout sur les limites de cette bande, des glissements horizontaux se sont produits, ayant pour conséquence la disparition d'une grande partie du Jurassique. Entre Barjols et Varages, c'est même du Crétacé qui repose directement sur le Trias et qui se trouve là surmonté d'îlots de recouvrement jurassiques; une disposition analogue se montre vis-à-vis près des Annelles.

On peut remarquer enfin que les plis qui accidentent les régions situées à l'Est et à l'Ouest de la bande triasique semblent venir s'y arrêter.

Cette disposition bizarre paraît provenir de mouvements plus récents que ceux qui ont constitué les grands reliefs de la région ; mouvements qui auraient eu lieu sur les bords d'une vallée déjà creusée par les érosions et dont le grand bassin miocène, discordant sur le Trias, qui l'occupe, décèle l'existence ancienne.

M. Zurcher (508) a pu distinguer dans le Trias des environs de Castellane, le Muschelkalk qui se présente avec un faciès presque identique à celui du Var, tant au point de vue lithologique que par les quelques fossiles recueillis : *Encrinus liliiformis*, *Terebratula vulgaris*. Sa puissance est d'environ 40 m.

M. Zurcher (557) a aussi publié quelques observations sur le Crétacé supérieur de la feuille de Castellane, visible entre Eoulx et le Bourguet, vers le Sud du Bourguet, entre le Plan d'Anelle et Brenon. Il y a recueilli dans des couches supérieures au Cénomaniens : *Voluta elongata* d'Orb., *Turritella Uchauxiana* d'Orb., *Cardium hillanum* Sow., des *Ostrea columba* identiques à celles du Turonien des Charentes, plus *Trigonia scabra* et *Cucullæa Matheroniana* cités par M. Fallot.

L'existence du Turonien paraît donc certaine dans cette région. On trouve au-dessus en certains points (Col de Chiron) des marnes noires ligniteuses avec des alternances de minces bancs de grès jaunâtres ; ces couches renferment *Ostrea* cf. *acutirostris* Nils., et *Ostrea plicifera* Coq., et appartiennent soit au Sénonien supérieur, soit au Danién. L'auteur penche pour cette dernière solution malgré le grand éloignement de tous les affleurements connus de Danién.

Il a donné en outre (329) quelques indications sur la stratigraphie des environs du ravin de la Jaby près de Castellane. Il figure les coupes des deux flancs de la vallée et fait remarquer combien elles diffèrent entre elles : la structure exposée dans ces coupes ne peut être expliquée que par l'existence d'un grand pli couché, dans lequel une partie des couches aurait disparu par étirement ; de plus sur le flanc Ouest, un pli couché secondaire est venu encore compliquer l'allure des couches.

Ces accidents sont presque impossibles à expliquer sans figures.

Le même géologue (330) a appelé l'attention sur la disposition des failles aux environs de Comps (Var). On voit en effet dans un certain nombre de points (Barres de l'Evesca, ravin de Villegrasse, ravin de la Croux, etc.) des vallons dont le fond est constitué par le Néocomien, alors que les flancs sont formés par le Jurassique supérieur. Cette disposition s'explique par l'existence de deux failles linéaires entre lesquelles un affaissement s'est produit, sans que les terrains qui constituent les lèvres antérieures aient subi de dénivellation notable. La direction des failles qui limitent la partie affaissée est normale à l'axe des plis anticlinaux de la région.

M. Zurcher pense que cette structure a été occasionnée par la torsion du pli qui en aurait amené le sectionnement. Il est à remarquer en effet, pour justifier l'hypothèse d'une torsion, que la région considérée se trouve dans la partie des Alpes de Provence où les plis N.N.O.-S.S.E, si bien accusés entre Digne et Barrême, s'infléchissent pour prendre la direction O.-E. des Alpes maritimes de la rive droite du Var.

MM. M. Bertrand et Zurcher (320) ont appelé l'attention sur un nouveau pli couché existant auprès de Toulon (Var).

Le tunnel destiné à conduire à la mer les eaux de l'Eygoutier est resté constamment dans les grès bigarrés, alors que la surface du sol au-dessus est occupée par les phyllades du Précambrien. Il faut donc admettre que les phyllades ne constituent pas un anticlinal très aigu, comme on aurait pu le croire, mais sont réellement superposés au Muschelkak, dont ils sont séparés par deux mètres de terrains renversés correspondant au laminage d'une série dont l'épaisseur normale est de près de mille mètres.

Les phyllades constituent donc un lambeau de recouvrement qui ne peut être venu que du massif, aujourd'hui submergé, qui réunissait la pointe de Sicié à la presqu'île de Gien; il y a donc eu trajet horizontal d'au moins cinq kilomètres.

Il résulte de cette nouvelle découverte que le massif des Maures ne doit pas être considéré comme un massif résistant dont le rôle principal aurait été de dévier les plis en ne subissant pour sa part que des déplacements de moindre importance. Ce massif est au contraire, pour une ses parties au moins, le centre d'un grand pli couché, rasé par la dénudation.

M. Marcel Bertrand (319) a fait paraître une étude détaillée sur le massif d'Allauch, situé au N.E. de Marseille et dont la structure est tout à fait exceptionnelle, sans aucune relation apparente avec celle des massifs voisins. C'est un grand plateau de forme triangulaire, d'environ huit kilomètres de côté constitué par le Néocomien inférieur à la base et par le calcaire à hippurites au sommet; cet îlot crétacé est isolé au milieu de terrains beaucoup plus anciens et entouré d'une ceinture presque continue de Trias et d'Infralias.

Ce Trias ne plonge pas sous le massif, mais au contraire dans une direction opposée : au Sud, à l'Est et au Nord, il s'enfonce sous les bords très amincis et très irréguliers d'une nouvelle cuvette crétacée qui décrit une demi-circonférence autour du massif; à l'Ouest, il va buter ou directement, ou avec le Lias qui le recouvre, contre une faille transversale qui isole une région toute différente, celle du pli couché de l'Etoile et de la Nerthe. De plus, partout où la bande triasique s'élargit, on peut y reconnaître très nettement la structure d'un pli anticlinal couché vers le massif. Non seulement le Trias est incliné comme pour aller recouvrir le massif d'un manteau de couches plus anciennes, mais en plusieurs points, il en est séparé par des couches d'âge intermédiaire, toujours renver-

sées, toujours plongeant sous le Trias et présentant la même inclination que les couches crétacées sur lesquelles elles s'appuient.

On serait donc en face d'un pli anticlinal dont la ligne directrice décrit une ligne complètement fermée: par suite, il semble naturel de penser qu'un manteau de couches plus anciennes a réellement existé au-dessus du massif: la surface de glissement dans ce pli couché aurait été dénivelée et bosselée par des compressions postérieures, et les érosions, s'attaquant aux parties en saillie, auraient fait apparaître le substratum à la place actuelle du massif.

Mais dans cette hypothèse, il est difficile de raccorder le pli couché supposé avec les plis couchés voisins, celui de l'Etoile à l'Ouest et celui de la Sainte-Beaume à l'Est.

On peut démontrer que la charnière synclinale qui, dans le pli d'Allauch, engloberait les couches crétacées, ne peut pas se raccorder simplement avec la charnière synclinale des plis voisins, qu'il faut qu'elle enveloppe le massif d'Allauch en suivant de très près l'affleurement des couches crétacées, puis qu'elle se retourne de nouveau vers l'Est et vers le Sud-Ouest: qu'elle décrive en d'autres termes une double sinuosité sous forme de deux boucles évasées, ouvertes l'une vers le Nord, l'autre vers le Sud.

Bien que ce ne soit pas mécaniquement impossible, il n'en est pas moins vrai que la simplicité de la solution disparaît et que la part de l'hypothèse y devient considérable.

Si le Trias n'a pas passé par-dessus le massif d'Allauch, ce massif représente une partie affaissée et non plus une partie surélevée: mais pour que cette hypothèse soit admissible, il faut qu'il y ait eu, avant la formation de la cuvette synclinale qui a occasionné l'affaissement, une grande faille horizontale qui aurait supprimé tous les terrains entre le Crétacé et le Trias ou l'Infralias. Il y aurait donc eu sur l'emplacement actuel du massif, de grands déplacements horizontaux, preuve indirecte que le pli couché qu'on retrouve à l'Est et à l'Ouest et qui semble ici interrompu a aussi fait sentir ses effets sur cet emplacement.

C'est là une conséquence importante; elle permet dans cette nouvelle hypothèse comme dans la première, de rétablir la continuité presque rectiligne de la large bande sur laquelle se sont produits les déplacements horizontaux vers le Nord; elle permet de relier l'un à l'autre malgré la lacune apparente qui les sépare, le pli de la Sainte-Beaume et le pli de l'Etoile. Il est facile de voir que la cuvette synclinale d'Allauch ainsi comprise, se rattacherait à une série de plis transversaux orientés suivant la direction de la bande triasique de la vallée de l'Huveaune, celle-là même qui semble couper et arrêter brusquement le pli de la Sainte-Beaume. On arriverait donc à reconnaître en Provence l'existence d'un second système d'ondulations, obliques et postérieures aux plis principaux, comparable aux ondulations transversales qui dans le bassin de Paris, se disposent perpendiculairement aux plis du pays de Bray et de la vallée de la Seine.

Le massif d'Allauch présente une dernière singularité; c'est l'existence de lacunes importantes et tout à fait locales dans la série

crétacée. Les lacunes ont été jusqu'ici attribuées aux phénomènes mêmes de sédimentation ; les grandes poussées horizontales qu'il faut également invoquer dans les deux hypothèses discutées permettent avec plus de vraisemblance d'expliquer ces lacunes par des actions mécaniques et par des glissements des bancs les uns sur les autres.

M. Pellat (595) a découvert aux environs d'Eygalières (Bouches-du-Rhône) un gisement de *Bulimus Hopei* dans des calcaires blanchâtres ou rougeâtres affectant souvent une structure pisolithique ; ces couches sont surmontées par des calcaires blanchâtres compacts à rognons de silex et reposent sur des couches rougeâtres surmontant elles-mêmes le calcaire à *Lychnus*.

Les calcaires à *Bulimus Hopei* correspondent au niveau du Montaiguët du bassin d'Aix considéré comme Eocène moyen et doivent par suite pour l'auteur être séparées du Danien avec lequel elles avaient été confondues.

M. Collot (523) a étudié en détail la série d'eau douce des environs d'Orgon (Bouches-du-Rhône). Une coupe détaillée lui a montré au-dessus de l'Urgonien corrodé :

1. Des marnes et calcaires gris sombre à nodules noirs, avec *Bulimus proboscideus* Math., *Cyclotus primævus* Sandb., *Cyclophorus Heberti* Roule. — 40 m. VALDONNIEN.

2. Une série de calcaires gris ou blancs, quelquefois concrétionnés, avec quelques intercalations de marnes blanchâtres avec *Cyclophorus heliciformis* Math., *C. Heberti* Roule, *Paludina Mazeli* Roule, *Physa galloprovincialis* Math. (très abondante dans certains bancs), *Limnea Cureti* Caziot, *Lychnus Marioni* Roule, *Anostomopsis rotellaris* Math. Ces couches épaisses de 93 m., représentent à la fois le FUVÉLIEN et le BÉGUDIEN, impossibles à distinguer ici par suite de la disparition du faciès ligniteux.

3. Un calcaire gris à surface blanche avec *Pupa patula* Math., *Helix Cureti* Nicolas, *Leptopoma Baylei* Math. sp., *L. bulimoides* Math., *L. Allardi* Caziot sp., *L. Pellati* Caziot sp., *L. Rouleana* Caziot sp., *L. necra* Caziot sp., *Cyclophorus Luneli* Math. sp., *Cyclotus solarium* Math. sp., *Megaspira*. — 20 m. — ROGNA-CIEN.

4. Alternance de marnes et calcaires blancs et rosés, quelquefois avec silex ; quelques sables blancs ou rosés à la base ; vers les deux tiers de la hauteur de cet ensemble : *Bulimus Hopei* M. de Serres, *H. aff. politula* Boissy, *Megaspira*. — 14 m. C'est la série EOCÈNE ; la zone à *Bulimus Hopei* appartenant à l'Eocène moyen, les couches inférieures représenteraient probablement l'Eocène inférieur.

M. Collot constate, qu'en allant du Sud au Nord des Bouches-du-Rhône, il y a diminution dans l'épaisseur des sédiments, prédominance du calcaire, amoindrissement des argiles et des grès ; il insiste sur l'attribution au Valdonnien des couches à *Bulimus proboscideus* d'Orgon et déclare que la série lacustre de cette localité

est sans interruption jusqu'au-dessus de l'Eocène moyen à *Bulimus Hopei*.

M. Collot (522) a fait également paraître la deuxième partie de son travail sur le Crétacé de la Basse-Provence. La première partie traitait du Crétacé marin jusqu'au Sénonien compris; la note de cette année s'occupe des couches d'eau douce qui terminent la série secondaire et se divisent en Valdonnien, Fuvélien, Bégudien et Garumnien.

VALDONNIEN. Entre les couches saumâtres de Belcodène et de Peynier et les couches à lignites, existe tout un groupe d'assises d'eaux douces auxquelles M. Matheron a donné en 1862 le nom de Valdonnien. Aux Martigues, cet étage est représenté par une série de marnes schisteuses ou calcaires grises ou noires d'une épaisseur de 76 m.; on trouve dans toute la hauteur *Melanopsis galloprovincialis* et en outre à divers niveaux *Cyrena globosa* Math., *Melania nerineiformis* Sandb., var. *elongata* Roule, *Corbicula concinna* Sow.

Aux environs du Peynier, on trouve pour le Valdonnien, la composition suivante :

Grès et argiles bariolées à la base, avec calcaires en plaquettes ou même bancs compacts; dans les grès, *Cyrena* aff. *partenia* Vidal, *C. Brongniarti* Math., *Cardium Itierianum*; dans les calcaires: *Melania scalaris* Sow., M. cf. *Gabrielis* Roule, *Pyrgulifera lyra* Math. sp., *Melanopsis galloprovincialis* Math., *Paludina novemcostata* Math., *P. bosquiana*, *Neritina Brongniarti* Math., *Bulimus tenuicostatus* Math. — Cette assise a environ 25 m.

Des calcaires épais de 30 m. environ, gris et compacts, quelquefois noduleux et concrétionnés. Ils renferment: *Bulimus proboscideus* Math., *Bulimus tenuicostatus* Math. sp., *Melania nerineiformis* Sandb., *M. scalaris* Sow., *M. Gourretti* Roule, *Neritina Brongniarti* Math., *Cyclophorus Sollieri* Roule, *C. Heberti* Roule, *Cyclotus primævus* Sandb., *Paludina novemcostata* Math., *Cyprina cuneata* Sow.

Le même étage se retrouve avec ses calcaires sombres dans le bassin de l'Huveaune, au Plan d'Aups; on le voit également représenté par des calcaires très marneux gris à *Melanopsis galloprovincialis* à la Fare, au Nord du Lar. A Puylobrier, il renferme *Cyclophorus Sollieri*, *C. Heberti*, *Bulimus proboscideus*, *Lychnus elongatus*.

FUVÉLIEN. C'est le groupe du lignite et des Cyrènes striées; il se compose d'une alternance de calcaires dont quelques-uns fournissent de la chaux grasse, mais dont la plupart sont hydrauliques, avec des marnes et des lits de lignite.

L'étage est complètement développé et bien exposé aux environs de Fuveau où il a 131 m. d'épaisseur; l'auteur en donne une coupe détaillée et cite les fossiles suivants :

A tous les niveaux: *Melania galloprovincialis*, *M. acicula*, *Cyrena concinna*, *Melania* cfr. *Cerithium gardanense* Math., *Unio*.

Vers la base : *Melania nerinæiformis*, *Paludina novemcostata*.

Un peu plus haut : *Cyclas numismalis*, et vers le milieu *Melania rugosa* Math.

A Trets, l'étage est déjà notablement réduit (106 m.) ; on y a trouvé le *Nelumbium galloprovinciale* Sap., des œufs d'un Névrop-
tère, le *Corydalites fecundus* Scudder, des carapaces de *Pleuro-
sternon provinciale* Math. (*Polysternon*), *Crocodilus Blavieri*
Gray.

Le Fuvélien se rencontre aussi autour de la Montagne de l'Etoile. A Martigues, l'auteur croit devoir y rapporter les trente-cinq derniers mètres de couches visibles avant le village ; on y recueille *Melanopsis galloprovincialis* de petite taille et *Cyrena* (*Corbicula*) *gardanensis* Math.

Au Nord du Lar, le Fuvélien est visible en différents points (Lafare, Coudoux) ; il a donné :

Melania Gabriëlis Roule.

M. Colloti Roule.

M. nerineiformis Sandb.

Melanopsis galloprovincialis var. *minor* Math.

Unio galloprovincialis Math.

Cyrena (*Corbicula*) *cuneata* Sow.

C. (Corbicula) concinna Sow.

Cyrena numismalis Math.

Les bancs de lignite existent, mais très réduits ; quant aux calcaires, ils ont une apparence plus cristalline qu'à Trets et ne conservent pas la coloration gris-foncé bleuâtre de cette dernière localité.

On retrouve des affleurements fuvéliens à Puylobier.

Le bassin d'Ollières contient une série de couches lacustres reposant sur le Jurassique ou le Néocomien. Le premier banc est un calcaire gris avec *Melania nerineiformis* Sandb., *M. Gourreti* Roule, *Cyclotus primævus* Sandb. ; il doit probablement être rapporté au Valdonnien. Peut-être en est-il encore de même des sables et calcaires qui viennent au-dessus et renferment *Melania Colloti* Roule, *Paludina novemcostata* Math., *Bulimus tenuicostatus* Math., *B. proboscideus* ?, *Cyclophorus Heberti*, *Cyclotus primævus*.

Le Fuvélien certain de ce bassin se compose de calcaires de couleurs variées avec quelques bancs de marnes et contenant *Melanopsis nerinæiformis* Sandb., des Corbicules et *Melania Gourreti*. Ces couches avaient été rapportées au Bégudien.

Le Fuvélien se trouve encore aux environs de Brignoles, représenté par des marnes et calcaires marneux à Corbicules, et dans la vallée de l'Huveaune (calcaires et lignites avec *Melanopsis galloprovincialis minor*, *Paludina novemcostata*, *Cyrena (Corbicula) gardanensis* Math., *concinna* Sow., etc.).

BÉGUDIEN. Les Mélanopsides et les Cyrenes striées ne se trouvent plus dans cet étage qui contient seulement des Physes dans la partie centrale du bassin, des *Cyclophorus*, des *Paludomus*, des *Lychnus* dans les parties littorales. Il ne renferme presque plus de

lignites ; les calcaires qui le constituent ne sont plus en plaquettes ; ils sont tuberculeux ou compacts ; à l'Est de Fuveau, cette assise est envahie par les sables.

Cet étage se rencontre dans la partie occidentale du bassin du Lar (marnes et calcaire compact gris avec *Pyrgulifera Matheroni* Roule, *Melania Kæhleri* Roule, *Lychnus Marioni* Roule, *Bulimus* cf. *tenuicostatus* Math., *Physa galloprovincialis* Math., *Cyclophorus* cf. *heliciformis* Math.) ; au Sud de l'Etoile (marnes et calcaires gris, durs ou tendres avec *Melanopsis Munieri* Roule, *Melania Gourreti* Roule, *Melania gardanensis* Math. sp., *Paludina Mazeli* Roule, *Anostomopsis rotellaris* Math. sp., *Bulimus* cf. *tenuicostatus* Math., *Physa galloprovincialis* Math., *P. dolio-lum* Math., *P. Draparnaudi* Math., *Cyclophorus Heberti* Roule) ; à la Bégude près Fuveau et à Trets (alternance de calcaires, de marnes et de grès avec *Anostomopsis rotellaris*, *Cyclophorus Heberti*, *Paludina Mazeli*, *Melania Gourreti*, *Ampullaria Dieulafaiti*, *Physa galloprovincialis*, *Chara*) ; à Puyloubier et à Pourrière où les couches sont presque toutes gréseuses ou marneuses ; à Ollières où l'étage redevient un peu plus calcaire et renferme *Melanopsis* aff. *galloprovincialis*, et *Lychnus*, mais pas de Cyrènes.

Enfin le Bégudien se retrouve au pied de la Sainte-Beaume, un peu à l'Ouest des Haumèdes ; il a fourni *Anostomopsis rotellaris* et des *Physa*.

GARUMNIEN. 1. Grès à reptiles. Grès bigarrés et marnes rouges où l'on a recueilli : *Hypselosaurus priscus* et *Aplolidemys Gaudryi*. Visible à la Barque-Fuveau, à Gardanne, à Velaux. Dans quelques petits bancs calcaires, on trouve *Leptopoma Baylei* Math., *Ampullaria Dieulafaiti* Roule, *Unio Jourdani* Roule.

2. Calcaire de Rognac. Importante assise formant escarpement, de calcaire blanchâtre, compact, ou gris et crayeux. Fossiles : *Lychnus Matheroni* Requier, *L. ellipticus* Math., *Cyclotus solarium* Math., *Cyclophorus Luneli* Math., *C. heliciformis* Math., *C.* cf. *Heberti* Roule, *Leptopoma disjunctum* Math. sp., *L. fuscostriatum* Sandb., *L. Baylei* Math., *Paludina Beaumonti* Math., *Ampullaria Dieulafaiti* Roule, *A. galloprovincialis* Math., *Pyrgulifera armata* Math. sp., *Pupa antiqua* Math., *P. patula* Math., *Bulimus salernensis* Math., *Cyclostoma bulimoides* Math., *C. disjunctum* Math. sp.

Au Nord des chaînes de la Nerte et de l'Etoile, les couches inférieures à l'assise calcaire de Rognac présentent un faciès tout particulier ; les grès sont remplacés par des poudingues à ciment calcaire ou marneux.

M. Collot donne ensuite quelques indications sur divers gisements de Bégudien et de Garumnien en dehors du bassin du Lar (Alpines, etc.), puis déclare qu'il ne croit pas devoir comprendre dans le Crétacé, les calcaires à Physes de Langesse et les calcaires qui dominent Vitrolles, ainsi que M. Matheron l'a indiqué.

Après avoir ainsi terminé la description des diverses couches qui entrent dans la composition du Crétacé de la Basse-Provence,

M. Collot tire de son étude des conclusions générales. Il déclare d'abord que les trois bassins du Lar, de l'Huveaune et du Beausset ne sont pas des bassins originels comme on l'a cru. Cette opinion était basée sur une observation incomplète; les dépôts crétacés ne sont pas confinés dans les vallées, mais se montrent, au contraire, fréquemment sur les parties élevées; il est facile de constater d'ailleurs que les limites actuelles ne sont pas des lignes de rivage.

Si l'on fait abstraction des plis post-crétacés et que l'on cherche à ramener par la pensée les couches dans la position qu'elles avaient au moment du dépôt des calcaires à Hippurites et des lignites de Fuveau, on constate qu'il existait à cette époque une cuvette à peu près unie s'étendant sans interruption notable depuis le Luberon jusqu'à la mer dans les parages de Toulon.

L'atténuation des éléments détritiques des couches lacustres de l'Est à l'Ouest, et leur nature pétrographique montrent qu'ils avaient pour origine les massifs cristallins déjà émergés des Maures et de l'Esterel. L'accroissement vers l'Est des bancs siliceux qui accompagnent les calcaires à Hippurites, le caractère de plus en plus lacustre des couches saumâtres turoniennes de la Mède dans la même direction, l'absence des couches marines dans la partie supérieure du cours du Lar, tout concourt à prouver qu'il existait à l'Est un rivage continu, pendant toute la période crétacée.

Le golfe crétacé de la Basse-Provence a fréquemment varié d'étendue; le minimum correspond à l'étage du Gault où à celui du Cénomanién. Il y a donc eu deux phases, l'une régressive, l'autre transgressive; pendant la première la mer a abandonné graduellement des espaces qu'elle devait reconquérir en partie pendant la seconde; pendant cette dernière les eaux de la mer se sont changées en eaux douces, mais l'empiètement de la nappe aqueuse n'en a pas moins continué vers le Nord et vers l'Est jusqu'à la formation des dernières couches crétacées.

Une carte indique avec précision les limites successives des mers.

Le golfe crétacé de la Basse-Provence s'est nettement séparé du bassin crétacé alpin à l'époque cénomaniénne; depuis ce moment, il semble être resté constamment distinct, même pendant la période daniénne où il a atteint son maximum d'extension au Nord et à l'Est.

M. Matheron (544) a énuméré les couches d'eau douce ou d'eau saumâtre qui existent dans le Crétacé du Midi de la France :

CÉNOMANIEN : Lignites de Saint-Paulet (Gard).

Lignites des environs de Sarlat (Dordogne).

Gisement de Turben ou de la Barallière au Nord du Beausset (Var).

Gisement du Revest près Toulon.

Gisement de Touris sur les hauteurs de la Valette près Toulon.

Gisement de Fontfroide (Aude).

TURONIEN Lignites des environs d'Eygalières, entre Serviers et Baron, N.-O. d'Uzès (Gard).
Couches d'apparence charbonneuse de La Mède près Martigues (B.-du-Rhône).
Couches de la Tête-Rouge à Allauch.

SÉRIE D'EAU DOUCE ET D'EAU SAUMATRE DE FUYEAU, représentant dans son ensemble l'étage campanien, les couches de Maestricht et le Garumnien, et non pas le Danien comme le veulent, dit M. Matheron, quelques géologues.

Le même auteur (*loc. cit.*) a donné aussi quelques détails sur deux reptiles fossiles des couches de Fuyeau : un grand crocodylien (*Hypselosaurus priscus*), animal d'une taille gigantesque, et un Dinosaurien (*Rhabdodon priscum*) très voisin de l'*Iguanodon*.

M. de Grossouvre (531) appelle l'attention sur les conclusions auxquelles les études de paléontologie végétale ont amené M. de Saporta relativement à l'âge des couches de Fuyeau. Ce savant pense que la base de la formation de Fuyeau doit être placée dans le Campanien et non dans le Danien, ce qui est conforme aux idées de M. de Grossouvre.

M. Collot (383) a fait connaître son opinion sur les tufs volcaniques de Beaulieu (Bouches-du-Rhône) qui avaient été considérés par les anciens géologues comme ayant fait éruption avant la fin du dépôt des couches oligocènes.

Bien que des hypothèses contraires aient été émises dans ces derniers temps, M. Collot croit que l'opinion ancienne était fondée; il a constaté en effet d'une part que des débris de calcaire oligocène se trouvent enclavés dans le tuf, et d'autre part qu'un lambeau de couches oligocènes d'âge plus récent repose sur les scories, à Négro-Saoumo.

La conclusion de M. Collot est que « les tufs ou pépérités de Beaulieu sont un produit de projection stratifié dans le lac oligocène, surmonté au voisinage de l'orifice volcanique, par un bouton de dolérite et de basalte, qu'ils débordent largement, formant une auréole autour de lui. »

M. Depéret (385) donne quelques détails sur le même gisement de roches éruptives. Il a vu très nettement que le basalte traverse les marnes et calcaires oligocènes (calcaire à *Hydrobia Dubuissoni*, Tongrien supérieur) : dans certains points, on peut constater l'action du basalte sur les calcaires qui sont recuits, durcis ou cristallisés; de plus, vers le contact, des fragments anguleux de basalte ont pénétré dans le calcaire et, par un phénomène contraire, on observe aussi certains blocs de basalte criblés de géodes calcaires et de fragments de calcaire oligocène empâtés. « Les pépérités qui accompagnent ce basalte, forment plusieurs lits en apparence interstratifiés dans les marnes et calcaires tongriens, comme en Auvergne. »

M. Depéret ne semble pas avoir connaissance de l'existence du

petit lambeau oligocène de Négo-Saoumo ; aussi déclare-t-il ne pouvoir indiquer avec précision l'âge du basalte de Beaulieu. Il inclineraït pourtant à le considérer comme plus récent que l'Helvétien, parcequ'il n'a pu rencontrer aucun caillou de cette roche dans les conglomérats de la base de l'étage.

M. Collet (347) a résumé en quelques pages nos connaissances sur la géologie des Bouches-du-Rhône. Ce travail n'a pas à être analysé ici, puisqu'il ne contient pas de faits nouveaux ; il n'en est pas moins fort intéressant pour tous ceux qui voudront se faire une idée de la géologie de cette région.

M. Santiago Julia (533) donne le résultat de l'analyse chimique des différents calcaires crétacés exploités à la Bedoule (Bouches-du-Rhône) et qui comprennent l'Urgonien, l'Aptien puissant de 247 mètres et divisé en sept assises, le Gault épais de 5 mètres et formé de marnes grisâtres sableuses sans fossiles, et enfin le Cénomanién qui termine la coupe avec 35 m. de sables, grès et calcaires et 13 m. de calcaire cristallin blanc.

M. E. Fournier (322) signale quelques nouveaux phénomènes de renversement observés dans les environs de Marseille.

Au col de Sorniou, toutes les couches, depuis la dolomie corallienne jusqu'au Néocomien inclus sont légèrement renversées à l'O. et viennent buter contre l'Urgonien resté à peu près horizontal.

L'île Maire au Sud de Montredon montre l'Aptien recouvert par l'Urgonien, alors que sur la côte, dont l'île n'est séparée que par un canal très étroit, la succession est régulière.

Le même auteur (323) a cherché à préciser l'allure des mouvements orogéniques dans les environs de Marseille.

Il décrit l'anticlinal de Notre-Dame de la Garde, puis celui de la Madrague de Montredon en partie détruit par l'érosion ; ils sont à peu près parallèles et dirigés sensiblement E.-O. ; il s'occupe ensuite du bombement de Carpiagne, du massif de la Sainte-Beaume, du massif de l'Étoile et de celui de Sainte-Victoire.

Il tire de son étude les conclusions suivantes :

1. Les collines des environs de Marseille doivent leur origine à une forte poussée du Sud.
2. Cette poussée venant du Sud a renversé les couches méridionales sur les couches septentrionales et tous les synclinaux couchés de cette région sont tournés vers le Nord.
3. Des fractures se sont produites dans les axes anticlinaux, fractures qui ont amené la chute ou le glissement des parties non renversées.
4. Des fractures se sont produites dans les synclinaux et ont amené le tassement des couches.
5. Le grand soulèvement de Sainte-Victoire a résisté à cette poussée et ses couches, mises en mouvement par une action inverse se sont renversées dans un sens opposé.

6. Le bassin crétacé et tertiaire de Rognac et d'Aix est resté sensiblement horizontal entre ces deux soulèvements.

7. Les parties retombées souvent bordées par des failles constituent partout des rivages où la côte est assez abrupte. C'est à ces retombées qu'est due en grande partie la physionomie actuelle du littoral.

M. Parran (473) a exposé les circonstances géologiques dans lesquelles s'est opérée vers 750 m. de profondeur, la rencontre des couches supérieures du faisceau houiller de Lalle recherchées depuis plusieurs années dans la vallée de Gagnières (Gard). Quatre couches donnant ensemble une épaisseur de 4 m. de charbon ont été récemment recoupées.

M. Caziot (571) a étudié le bassin pliocène de Théziers-Roque-maure (Gard); il pense pouvoir suivre sur la falaise néocomienne de Roque-maure, les traces des différentes phases du soulèvement qui a refoulé la mer pliocène.

On trouve en effet à trois niveaux un évidement de la roche avec des trous de lithodomes, ce qui indiquerait que le retrait de la mer s'est effectué par à-coups.

Il donne plusieurs coupes, parmi lesquelles nous citerons celle des environs de Saint-Geniez-de-Comolas ;

8. Cailloux roulés.

7. Sables de Saint-Laurent-des-Arbres.

6. Argile jaunâtre.

5. Couche argileuse à Unios et Anodontes.

4. Argile jaunâtre.

3. Couche de tourbe à débris de végétaux.

2. Argiles noirâtres à *Potamides Basteroti* et *Melampus* ?

1. Terrain néocomien formant substratum.

La comparaison de ces différentes coupes indique pour l'auteur que le retrait de la mer a été successif.

M. Pergens (2803) a étudié un envoi de Bryozoaires de l'Helvétien du Gard (gisements des Angles et de Théziers); il y a reconnu les espèces suivantes :

Stomatopora sp.

Hornera frondiculata Lmx.

H. striata Edw.

H. andegavensis Mich.

H. hippolythus Defr.

Idmonea irregularis Men.

I. coronopus Defr.

I. carinata Rôm.

I. pertusa Rss.

I. canullata, var. *foraminosa* Rss.

Fron dipora verrucosa Lmx.

Entalophora proboscidea Edw.

E. palmata Busk.

Heteropora dichotoma Rss.

H. stellulata Rss.

Lichenopora mediterranea Bl.

L. stipitata Rss.

Ceriopora polytaxis, forma *theloidea* Hag.

Membranipora appendiculata Rss.

M. reticulum L.

Amphiblestrum angulosum Rss.

Cellaria fistulosa L.

Micropora cucullata Rss.

Schizoporella unicornis Johnsl.

S. trigonostoma Rss.

S. geminipora Rss.

Myrriozeugon truncatum Pall.

Smittia cervicornis Pall.

Mucronella coccinea Ab.

Microporella polystomella Rss.

Eschara tessulata Rss.

E. ampla Rss.

Cellepora tubigera Busk.

C. globularis Bronn.

Retepora cellulosa L.

M. Nicolas (2785) a complété ses études précédentes sur la faune malacologique du Danien des environs de Saint-Remy et des Baux (Bouches-du-Rhône). Il a décrit et figuré *Cyclophorus Matheroni*, *Cyclotus Nicolasis*, *C. solarium*, *Megalomastoma Juliani*, espèces nouvelles, ainsi qu'*Auricula Requièni*.

M. Cotteau (2507) a décrit et figuré les espèces suivantes :
Circopeltis Peroni Cotteau. Sénonien. — Le Castelet (Var).
Cidaris Baussetensis Cotteau. Craie à hippurites supérieure.
 Le Moulin près du Beausset (Var).

M. Mayer-Eymar (2736) a décrit et figuré les espèces suivantes de l'Astien supérieur d'Aramon :

Pleurotoma Buffoni.

— *Torcapeli*.

Mangilia consobrina.

Conus Cazioti.

De l'Astien des environs de Bollène, Avignon et Perpignan :

Mitra sallomacensis.

M. Marion (3032) a étudié la flore pliocène des environs de Marseille. Il a trouvé dans les tufs et travertins de la Valentine et de Saint-Marcel un certain nombre de plantes parmi lesquelles un *Pinus*, *Magnolia Vasseuri* n. sp., un Palmier (probablement *Trachycarpus*), un *Nerium*, une Vigne, *Populus nigra*, *Laurus nobilis*, *Quercus pseudo-suber*, etc.

M. de Saporta (3063) a étudié la flore du gisement aquitainien de Manosque (Basses-Alpes).

Voir à l'article de *Paléontologie végétale*.

LANGUEDOC.

M. Bergeron (448) modifie la classification qu'il avait adoptée pour certains calcaires de la Montagne Noire. S'appuyant sur leurs relations stratigraphiques, il avait rapporté au Cambrien des calcaires cristallins avec traces de séricite qui appartiennent au Dévonien ainsi que le pensait M. de Rouville. Mais au lieu d'être interstratifiés dans les schistes comme l'a dit ce dernier, ils correspondent à des lambeaux pincés dans des plis synclinaux dont les éléments constitutifs ont été plus ou moins modifiés sous l'action du dynamométamorphisme.

M. Bergeron trouve une grande ressemblance lithologique entre ces calcaires et la dalle des Pyrénées, actuellement reconnue comme dévonienne, et paraissant occuper la partie centrale de plis synclinaux, comme dans la Montagne Noire.

M. Viguièr (604) continuant ses recherches sur le Pliocène des environs de Montpellier, a découvert que la zone à *Potamides Bas-*

teroti est toujours placée au-dessus des sables marins. Cette zone a été reconnue jusque dans la vallée de la Mosson où elle forme la base de la série lacustre, qui sur les pentes mêmes de cette vallée, se continue sans discordance depuis ces couches à *Potamides*, jusqu'aux marnes du Palais de Justice de Montpellier.

Il donne, à l'appui de son opinion, les coupes de la vallée de la Mosson, de la carrière Ferté et de la tranchée du chemin de fer de Celleneuve près de la campagne Saporta, et considère comme définitivement constatées les superpositions suivantes :

Groupe d'eau douce	}	Diluvium quartzeux rouge.
		Graviers à <i>Elephas meridionalis</i> .
		Poudingues, graviers et sables calcaires de la vallée de la Mosson à cailloux impressionnés. 40 m.
		Marnes et argiles jaunes ou blanches, souvent mêlées de graviers avec <i>Testacella Bruntoniana</i> , moules de <i>Helix</i> cf. <i>Chaixi</i> , <i>H. Gaspardiana</i> , <i>Triptychia sinistrorsa</i> , <i>Semnopithecus monspessulanus</i> , <i>Rhinoceros leptorhinus</i> , <i>Palæoryx Cordieri</i> , etc., du Palais de Justice, de la vallée de la Mosson. 5 m.
Groupe saumâtre	}	Marnes bleues à <i>Hyalinia Casteti</i> , <i>Helix Gaspardiana</i> , <i>Triptychia sinistrorsa</i> , à test conservé et marnes à lymnées de la vallée de la Mosson. 4 m.
		Marnes sableuses à <i>Cerithium vulgatum</i> , <i>Potamides Basteroti</i> et Auricules du chemin de la Gaïllarde, de la vallée de la Mosson, etc., avec intercalations de marnes à végétaux : <i>Liquidambar europæum</i> , <i>Zelkova crenata</i> , etc. 4 m.
		Sables marneux supérieurs à <i>Potamides Basteroti</i> type, <i>Ostrea cucullata</i> , <i>O. Serresi</i> . 0 m. 50.
Groupe marin	}	Sables moyens à <i>Ostrea cucullata</i> , <i>O. Serresi</i> , <i>Pristiphoca occitanica</i> , <i>Rhinoceros leptorhinus</i> , <i>Mastodon arvernensis</i> , etc. 10 m.
		Sables inférieurs, identiques, mais pauvres en fossiles et formant souvent des masses compactes. 35 m.
Helvétien.		

M. Viguier donne dans un autre travail la liste de toutes les espèces animales et végétales rencontrées jusqu'à présent dans les diverses zones du Pliocène de Montpellier.

Il discute et figure *Testacella Bruntoniana* M. de Serres, *Hyalinia Casteti* n. sp., *Helix quadrifasciata* M. de Serres, *H. Gaspardiana* Palad., H. cf. *Chaixi*, *Triptychia sinistrorsa* M. de Serres, *Cyclostoma sulculatum* Palad.

M. Marion (3031) a montré des dessins et des empreintes du conifère du Permien de Lodève, *Gomphostrobus heterophylla*.

PYRÉNÉES.

M. Roussel (327) a émis une théorie sur l'allure des couches dans les Pyrénées françaises; il pense que les grandes rides sont dues à des refoulements horizontaux occasionnés par des poussées qui n'ont pas toujours agi dans le même sens : la première dès le commencement des temps primaires a refoulé les couches du Sud au Nord produisant des plis dont le plan axial pendait au Nord. La seconde a agi en sens inverse : son action s'est fait sentir dès le

commencement de l'ère secondaire et, dans le Nord de la chaîne, son action a été prépondérante. Dans la région orientale, une troisième poussée a refoulé les couches de l'Est à l'Ouest, modifiant de ce côté les plis formés par les deux autres.

Il décrit ensuite les principaux plis, au nombre de vingt-cinq, des Pyrénées françaises, et insiste sur la *transgressivité* qui, d'après lui, joue dans les Pyrénées un rôle de premier ordre. C'est la transgressivité qui permettrait seule de se rendre compte des effets produits par les grandes débâcles survenues au commencement des périodes carbonifère, triasique, crétacée, maestrichtienne, garumnienne et oligocène.

La direction générale des plis est très sensiblement Est-Ouest, de sorte qu'ils traversent obliquement le versant français des Pyrénées dont la direction est différente.

Le même géologue (309) pense avoir trouvé dans la permanence de l'effort orogénique, l'explication de la structure des Pyrénées.

Ces montagnes présentent de nombreux phénomènes de recouvrement, attribués jusqu'à ce jour à d'immenses failles, mais qui sont dus à des poussées horizontales persistantes qui ont produit d'une manière continue, le ridement du terrain pendant la formation des couches.

En dressant le tableau stratigraphique des Pyrénées, on remarque, dit M. Roussel, que, suivant certaines directions qui sont manifestement d'anciennes lignes de rivage, les assises récentes butent contre les anciennes de manière à les recouvrir plus ou moins et que celles-ci ont été redressées et plissées par degrés pendant la formation des premières.

Ce fait serait particulièrement mis en lumière par l'étude des environs de Tarascon-sur-Ariège et de Lordat.

Cette même théorie permettrait d'expliquer la position étrange des couches primaires de Mérens au milieu des gneiss; elle trouverait également son application dans les Pyrénées occidentales, car le Carbonifère de la Maladetta, du Port de Gavarnie, de la partie supérieure de la vallée d'Ossau et de la vallée d'Aspe, constitue le prolongement de la formation de Mérens.

La permanence des mouvements orogéniques s'est maintenue pendant toute la durée des périodes géologiques.

M. Roussel (441) pense que certains granites des Pyrénées, tels que ceux de la Maladetta, ont recouvert les terrains cristallophylliens et servent de substratum au Cambrien et au Carbonifère.

Quelques autres, tels que ceux de Bassiès, de Mont-Louis, de Quérigut, de Roquefort-de-Sault, auraient traversé et métamorphisé les terrains primaires. D'autres enfin enverraient des filons dans les calcaires de l'Infracrétacé et en engloberaient des fragments.

Enfin M. Roussel (440) a cru trouver auprès de Lesquerde (Pyrénées-Orientales), la preuve de l'âge très récent de certains granites.

Il rappelle qu'à peu de distance, à Saint-Martin, Dufrénoy avait signalé des filons de granite dans le calcaire infracrétacé; or en montant à l'est de Lesquerde sur le sentier qui mène à Saint-Paul-de-Fenouillet, on peut voir le granite reposer sur les calcaires à Requiénies et *Ostrea aquila*, ainsi que sur les marnes à *Amm. mayorianus*. Au contact du granite, les marnes noires de l'Albien se sont diversement colorées et ont perdu leur calcaire; elles ont été transformées en vrais schistes argileux irisés de rouge, de vert et de jaune. Les calcaires dans la zone de contact, sont devenus caverneux, noirâtres et comme calcinés et passent par endroits au fer spathique.

Le granite porphyroïde de la partie N. N. O. des Pyrénées-Orientales se serait donc injecté, sous forme de filon, dans les calcaires et les marnes de l'Infracrétacé; en divers lieux, il en aurait englobé des fragments et les aurait métamorphosés. Il semble d'après M. Roussel, avoir fait éruption au commencement de la période crétacée.

Nous n'acceptons pas du tout l'interprétation donnée par M. Roussel aux faits visibles auprès de Lesquerde; le compte rendu de la réunion des Corbières qui paraîtra incessamment contiendra l'exposé de notre manière de voir à ce sujet.

Nos idées sont d'ailleurs partagées par M. Lacroix (407) qui ne croit pas avec Durocher et Zirkel, à l'existence de granites post-jurassiques dans l'Ariège.

Il a visité le port de Saleix signalé par Durocher et pense qu'il n'y a pas injection du granite dans les calcaires, mais bien des grès et arkoses à ciment calcaire, formant le contact des deux roches. Lorsqu'on s'éloigne du contact immédiat, la proportion des éléments clastiques diminue, et ce n'est plus que de loin en loin que l'on rencontre dans le calcaire des galets souvent volumineux de gneiss ou de granite.

A Serres d'Ercé, point visité par Zirkel, les mêmes faits se représentent; on trouve des galets de granite et de granulite dans les schistes calcaires jurassiques (Lias?).

Le granite de l'Ariège n'est donc pas post-secondaire, et le développement de couzeranite, trémolite, etc., dans ces calcaires, est indépendant de toute action de contact du granite.

La modification des couches paléozoïques par le granite est au contraire des plus nettes et se présente dans les conditions ordinaires.

M. Roussel (461) décrit les terrains primaires de Mérens, enclavés dans les gneiss de la partie supérieure du bassin de l'Ariège, et composées d'après lui, des différents étages du Silurien, du Dévonien et même du Carbonifère.

Les couches du Primaire de Mérens sont partout disposées de telle sorte que les plus récentes sont juxtaposées au gneiss du côté Nord, et les plus anciennes du côté Sud; l'absence de récurrence des mêmes assises dans les coupes transversales montre que l'on

n'a pas affaire à un pli synclinal. M. Roussel explique la situation étrange de ces terrains primaires par leur transgressivité sur les gneiss.

M. Caralp (467) ne croit pas que l'existence d'*Oldhamia Hove-lacquei* à Jurvielle (Haute-Garonne) doive conduire à classer dans le Cambrien les couches qui les renferment; il fait remarquer que M. Barrois qui a décrit ces fossiles n'a pas pu les assimiler aux espèces connues.

Une découverte récente l'a mis à même de démontrer que ces fossiles appartiennent au Carbonifère; il a en effet recueilli des empreintes tout à fait semblables à celles de Jurvielle dans des schistes roussâtres ou noirâtres avec parties gréseuses qui occupent le sommet de la Serre d'Autenac près Luchon, et reposent sur les calcaires à Goniatites du Dévonien supérieur. L'auteur n'hésite pas à rapporter ces couches à l'horizon des schistes carbonifères de Larbont (Ariège).

Les couches de l'Autenac sont régulières et la succession ne peut être révoquée en doute; on trouve à partir de la base :

Le *Cambrien*. — Schistes siliceux et quartzites de Cier.

L'*Ordovicien inférieur*. — Schistes carburés de Montmajou.

L'*Ordovicien moyen et supérieur*. — Calcschistes à Encrines.

Le *Bohémien* (Silurien supérieur). — Schistes carburés à Graptolithes et calcaires ampéliteux à Orthocères.

Le *Dévonien inférieur*. — Calcaires et calcschistes à Encrines et *Phacops*.

Le *Dévonien supérieur*. — Calcaires amygdalins à Goniatites (griottes).

Et enfin le *Carbonifère inférieur*. — Schistes argileux à *Oldhamia* du sommet de l'Autenac, entremêlés de bancs calcaires avec filonnets de quartz.

M. Seunes (462, 463) signale la présence du *Tornoceras amblylobus* Sandb. dans des bancs de calcaire coquillier subordonné à des calcaires cristallins surmontant normalement le calcaire dit *carbonifère* de Geteu (vallée d'Ossau, Basses-Pyrénées).

Pour lui la série des assises comprises entre Laruns et Gère-Belesten est très probablement régulière et représenterait tout le Dévonien :

Dévonien.	}	Inférieur. — Calcaire dolomitique (dalle des auteurs), calcaires, grauwackes et schistes à <i>Spirifer Pellicoi</i> , <i>Leptaena Murchisoni</i> , etc. (Col d'Aubisque, Eaux-bonnes, Laruns).
		Moyen. — Calcaires de Geteu, gris, veinés de gris et de blanc ou blancs à <i>Amplexus</i> , <i>Zaphrentis</i> , etc.
		Supérieur. — Calcaires cristallins de Gère-Belesten à <i>Tornoceras amblylobus</i> .

Il résulte de cette découverte que les calcaires à Polypiers, compris entre le Dévonien inférieur connu de longue date et le Dévonien supérieur ne peuvent être rapportés au Carbonifère, comme on l'a supposé; rien en effet n'indique un dérangement dans la série normale des couches.

Nous ne ferons que citer une autre note de M. Seunes (552) en réponse aux critiques de M. Stuart-Menteth; elle ne contient rien de nouveau.

M. Beaugey (447) a fait quelques recherches sur la partie occidentale de la feuille de Luz (Hautes-Pyrénées), c'est-à-dire sur le massif montagneux compris entre la vallée de Luz et la vallée d'Eaux-Chaudes. Ce massif est presque entièrement constitué par le granite et par le Dévonien. La coupe du col d'Aubisque au lac d'Anglas montre : 1° Un ensemble de schistes siliceux compacts et de grauwackes; 2° Une puissante formation d'un calcaire gris compact subcristallin (dalle de M. Jacquot); 3° Une formation schisteuse avec quelques lits passant à un calcaire noir fossilifère et une grauwacke. Cette dernière assise renferme au col d'Aubisque une faune attribuée par M. Ehlert au Dévonien inférieur (partie supérieure); quant aux schistes inférieurs, ils ont fourni également des fossiles incontestablement dévoniens : *Spirifer Pelliticoi* de Vern., *Leptaena Murchisoni* de Vern., *Atrypa explanata* Schlot., etc.

La bande calcaire étant comprise entre deux niveaux fossilifères dévoniens, sans qu'il soit possible d'admettre ni faille ni discordance, ne doit donc pas être attribuée au Cambrien suivant l'opinion de M. Jacquot; les trois zones établies ci-dessus sont des divisions du Dévonien inférieur. Les roches éruptives sont abondantes dans ce massif.

Le *granite* y occupe une place importante; il a exercé sur les couches encaissantes et en particulier sur le Dévonien un métamorphisme intense.

La *granulite* forme des dykes importants près du lac d'Artouste et au-dessous du lac d'Anglas; elle a exercé une action énergique sur les schistes encaissants.

La *microgranulite*, l'*orthophyre*, la *diorite*, les *diabases* et les *porphyrites* se voient en différents points.

MM. Ehlert et Liétard (460) ont étudié les calcaires des environs des Eaux-Bonnes, qui avaient été généralement considérés comme paléozoïques, lorsque M. Ehlert crut devoir les rapporter au Crétacé, à cause de la détermination d'un polypier qui y avait été recueilli. De nouveaux polypiers ont été déterminés comme appartenant au genre *Alveolites*, qui est connu dans le Silurien et le Dévonien; c'est donc à l'un de ces deux étages qu'il faut rattacher ces calcaires et non au Cambrien comme le voudrait M. Jacquot, qui les rapporte à sa *dalle*. Il faudrait en effet, pour que cette assimilation fût admise, qu'il y eût entre la *dalle* et le Dévo-

nien schisteux une lacune de la plus grande partie du Paléozoïque, et rien n'autorise à émettre cette hypothèse.

Les auteurs n'admettent pas non plus les idées de M. Beaugey (voir ci-dessus); ils pensent que les deux bandes schisteuses qui entourent la *dalle* sont deux réapparitions des mêmes couches par suite d'un pli très aigu; on trouve en effet les mêmes fossiles dans les deux bandes schisteuses. Le calcaire serait superposé aux schistes.

Ils s'occupent ensuite des calcaires de Geteu et de Louvie-Soubiron dans la vallée d'Ossau; ces couches ont été rapportées tantôt au Dévonien, tantôt au Carbonifère. MM. Cehlert et Liétard considèrent que les déterminations spécifiques ne permettent pas jusqu'à présent de fixer leur âge avec précision.

M. Stuart-Menteath (373) a fait paraître une nouvelle note où il examine quelques points de la géologie des Pyrénées.

Il maintient que les calcaires des vallées de Latxia et de Buhumba sont certainement dévoniens, contrairement à l'opinion de M. Jacquot qui veut y voir la *dalle* cambrienne.

Il ne croit pas à l'existence du Muschelkalk à Saint-Jean-Pied-de-Port.

M. Carez (481) a répondu aux critiques faites par M. Roussel à ses précédentes communications.

Il persiste à considérer les argiles rouges comme triasiques et ne trouve dans la note de M. Roussel aucune raison pour admettre, comme le veut ce géologue, que ces couches ne sont qu'une modification des marnes du Crétacé qui les entourent.

M. Carez maintient l'existence d'une faille importante partant du Pic de Bugarach vers Lauzadel pour se continuer jusqu'au delà de la vallée de l'Aude et limiter au Nord la vallée du Bezu.

En ce qui concerne le Pic de Bugarach, il cherche à démontrer qu'il s'agit bien d'une masse de recouvrement jurassique et urgonienne reposant sur les marnes sénoniennes; il réserve la question des lambeaux calcaires de Camps et Cubières jusqu'à ce qu'il ait visité à nouveau ces localités.

M. Carez (480) est revenu sur la question de l'âge des couches qui entourent la source de la Sals (Aude). Il avait cru devoir rapporter au Crétacé inférieur des argiles rouges avec sel, gypse et quartz bipyramidé, considérées comme keupériques par M. Jacquot; mais de nouvelles études lui ont montré que ces couches appartenaient bien réellement au Trias, car en s'avancant vers l'Est, on voit des assises incontestablement jurassiques s'intercaler entre les argiles rouges et le Crétacé.

M. de Lacvivier (497) a résumé ce que l'on sait actuellement concernant le Trias de l'Ariège et de l'Aude (travaux de MM. Véne, Viguié, Roussel, Jacquot, Carez).

Il rappelle qu'il a été le premier à signaler le Trias de la source

de la Sals; puis passant à l'Ariègé, il montre que ce terrain forme deux bandes, l'une fort réduite et non continue, dans les Pyrénées proprement dites, l'autre dans les Petites-Pyrénées.

La première commence à Montségur, passe à Labat, Arnave, Arignac, le Col-de-Port, Massat, Agneit, E. de Seix; dans cette dernière partie, il y a de nombreux pointements ophitiques, des cargneules, quelques calcaires, du gypse. Sur tout ce parcours, le Trias n'est représenté que par son étage supérieur, les marnes irisées.

La bande septentrionale du Trias commence à Roquefixade (*), comprise entre le Crétacé inférieur au Nord, et le Sénonien au Sud. Elle se continue par Leichert, Saint-Sirac, Lherm, le Pech de Foix, jusqu'à la traversée de la vallée de l'Ariège entre Foix et Vernajoul.

Le Trias reparait en suite vers Baulou pour se poursuivre avec une certaine importance jusqu'à Rimont et Lescure. Le gypse n'existe qu'à Rimont; les ophites se montrent fréquemment à peu de distance de la base du Jurassique.

M. de Lacvivier ne voit encore là que du Keuper, contrairement à l'opinion de M. Jacquot qui veut y reconnaître les trois termes de la série triasique; il y a bien des poudingues rougeâtres et des grès à la base, mais ils paraissent appartenir plutôt au Permien qu'au Grès bigarré.

A partir de Souch-de-Baux, le Trias se dirige vers le Sud, passe à Palétès (gypse) sur la rive droite du Salat, puis à Eichel, Lacourt et Alos.

M. Stuart-Menteath (553) continue sa polémique avec M. Seunes. Il critique la coupe donnée par cet auteur, des environs de Gan et Bidart et pense que celle de M. Jacquot, datant de 1864, doit lui être préférée; il n'y a pas de faille au Sud de la chapelle Sainte-Madeléine et tout le Flysch (**) n'est pas cénonanien.

Il s'attaque aussi à la coupe de Caseville dans laquelle M. Seunes a figuré du Trias entre deux failles; ce Trias ne serait que du Crétacé métamorphisé.

Dans une autre note (374) le même géologue fait une série de réclamations de priorité ou de rectifications aux citations et affirmations de M. Seunes.

M. de Grossouvre (530) à la suite d'une rapide excursion dans les Corbières, a publié quelques notes sur le Crétacé supérieur des environs de Rennes-les-Bains.

Le Sénonien est pour lui composé de la façon suivante :

1° Calcaire dur avec Ammonite intermédiaire à *Amm. Ewaldi* et

(*) C'est évidemment cette bande et non celle de Montségur qui forme le prolongement de l'affleurement de la Sals. — L. C.

(**) M. Stuart-Menteath appelle Flysch les schistes marneux d'âge controversé, qui occupent de vastes surfaces dans la région du Sud-Ouest.

Amm. haplophyllus, *Rh. petrocoriensis*, *Cyphosoma Archiaci*, etc;
 2° Calcaires noduleux et marnes à Echinides avec *Amm. serrato-marginatus*, *A. subtricarinatus*, *A. tridorsatus*, *A. Margæ*, *A. cf. Haberfellneri*;

3° Marnes bleues peu fossilifères;

4° Premier niveau de rudistes;

5° Marnes bleues avec la faune de la couche du Moulin-Tiffou (*) et *Amm. texanus*.

6° Calcaires à *Lima ovata* avec *Amm. syrtales* type et var. *Guadaloupæ*;

7° Deuxième niveau de rudistes;

8° Marnes bleues à la base, ferrugineuses au sommet, avec nombreux polypiers et *Amm. syrtales* var. *Guadaloupæ*;

9° Troisième niveau de rudistes;

10° Marnes et grès avec quelques fossiles de la couche N° 5.

L'auteur pense que le grès d'Alet est un faciès latéral de la plus grande partie du Sénonien, opinion qui a été combattue par M. L. Carez, puis il déclare que, pour lui, il n'existe dans les couches hippuritiques des Corbières, aucune forme caractéristique d'un niveau plus récent que le Santonien de l'Aquitaine, de sorte que le Campanien doit être cherché dans des couches plus élevées.

Il propose le tableau suivant :

	Danien.	Calcaire lacustre.
Sénonien.	Campanien.	Marnes rouges.
		Grès d'Alet (pars).
	Santonien.	Grès d'Alet (pars) remplaçant latéralement les assises inférieures.
		Bancs supérieurs à Hippurites.
		Marnes bleues du Moulin-Tiffou.
Coniacien.	Calcaires à Hippurites.	
	Marnes bleues peu fossilifères.	
	Calcaires et marnes à <i>Micraster brevis</i> .	
Turonien.	Calcaires à <i>Cyphosoma Archiaci</i> .	
		Calcaires à Hippurites, à Térébratelles et à <i>Rhynchonella Cuvieri</i> .

Cet essai de classification donne lieu à de nombreuses observations; nous aurons occasion d'y revenir l'an prochain en analysant le compte rendu de la réunion dans les Corbières.

M. Roussel (549) a trouvé, sur la route de Foix à Baulou, après de Sarda-le-Fort, des fossiles qui démontrent l'âge cénomannien des marnes et grès de Vernajoul, ainsi que des calcaires coralliens qu'ils englobent. Ce sont :

Discoidea subuculus Klein.

Pygaster truncatus Ag.

Pyrrina Rousseli Cotteau?

Cidaris Sorigneti Desor.

Pseudodiadema tenue Desor.

Orthopsis granularis Cotteau.

Goniopygus aff. *arizensis* Cotteau.

Codiopsis aff. *doma* Ag.

(*) On a appliqué le nom de « marnes du Moulin-Tiffou » à des zones très diverses; la zone ainsi désignée par d'Archiac se trouve immédiatement au-dessous du grès d'Alet et correspond par conséquent au n° 10 de la coupe de M. de Grossouvre et non au n° 5. — L. C.

A Laborie, il a trouvé dans un calcaire corallin qu'il rapporte à l'Aptien :

Salenia prestensis Desor.
Cidaris pyrenaica Cotteau.
Orthopsis granularis Cotteau.
Turbo tricostatus d'Orb.
T. bicultratus d'Orb.

Turritella Vibrayeana d'Orb.
Pholadomya elongata Munster?
Ostrea aquila d'Orb.
Horiopleura Lamberti Mun. Ch.

Dans une autre note déjà analysée en partie (Ann. VII, p. 445 et VIII, p. 214, 265), M. Roussel (369) maintient son opinion relativement à l'âge des couches qui constituent le pic de Bugarach; elles appartiendraient au Dévonien et au Permo-Carbonifère.

Il lui paraît évident que les assises sénoniennes ne passent pas sous le pic, comme le veut M. Carez; il en voit la preuve dans l'existence d'une couche à Caprinules et Orbitolines qui contourne le pic d'une manière indubitable, tandis qu'elles devraient dans l'hypothèse d'un recouvrement disparaître sous la masse du pic.

M. Seunes (551) modifie le groupement des assises crétacées des Pyrénées-Occidentales, qu'il avait admis dans sa Thèse (Annuaire VII, N° 329, p. 438) :

EOCÈNE INFÉRIEUR. — Couches à *Nummulites spileccensis*, *Operculina Heberti*.

DANIEN (sensu stricto).

GARUMNIEN. — Couches à *Nautilus danicus*, *Micraster tercensis*.

SÉNONIEN SUPÉRIEUR.	}	MAËSTRICHTIEN.	}	a. Faciès à Ammonites.
				Couches à <i>Pachydiscus Jacquoti</i> .
				Couches à <i>Pachydiscus</i> et <i>Stegaster</i> des Basses-Pyrénées et des Landes.
				Gisement à <i>Pachydiscus</i> de Monléon.
SÉNONIEN SUPÉRIEUR.	}	CAMPANIEN.	}	b. Faciès à <i>Hemipneustes</i> .
				Couches d'Audignon à <i>Hemipneustes pyrenaicus</i> et Orbitoïdes.
				Gisement de Gensac (Haute-Garonne).
				Couches de Tercis, d'Angoumé, etc., à <i>Heteroceras polyplocum</i> , <i>Baculites anceps</i> , <i>Nerita rugosa</i> , etc.

Les couches à *Heteroceras polyplocum* correspondent aux assises renfermant le même fossile dans la Charente et à Rügen et en outre à la craie à *Micr. Brongniarti* de Meudon, à la partie inférieure de la craie à *Bel. mucronata* d'Aix-la-Chapelle.

Quant aux couches groupées sous le nom de Maestrichtien, elles représenteraient, d'après l'auteur, le Dordonien de l'Aquitaine, le calcaire à Baculites du Cotentin, le tuffeau de Maestricht, la partie supérieure des couches à *Belemn. mucronata* de la Belgique et d'Aix-la-Chapelle, les craies de Lunebourg, de Lemberg, la craie à *Pachydiscus Gollevillensis* d'Irlande, la partie supérieure des couches à Ammonitidæ du groupe de l'Arrialur de l'Inde anglaise et de Pondichéry.

M. Seunes voudrait voir réserver le nom de Danien aux couches

à *Nautilus danicus*, le Maestrichtien formant au-dessous une subdivision du Sénonien.

M. Cotteau (2503) a décrit et figuré dans la Paléontologie française :

Conoclypeus pyrenaicus Cotteau. — Eocène moyen de la région pyrénéenne.

M. Seunes (2871) a décrit et figuré les ammonites suivantes du Campanien de la région sous-pyrénéenne :

Pachydiscus Fresvillensis Seunes.

P. subrobustus Seunes.

P. galicianus Favre sp.; mut. *Tercensis* Seunes.

P. aturicus Seunes.

Desmoceras Larteti Seunes.

Puzosia Haugi Seunes.

M. Depéret (2529) a continué son étude des animaux pliocènes du Roussillon.

Il a discuté et figuré :

Gazella borbonica Bravard sp.

Palaeoryx boodon Gervais sp.

Cervus ramosus Croiz. et Job.

C. ruscinensis de Serres.

C. australis n. sp.

Hyæna arvernensis Cr. et Job., race *pyrenaica* Dep.

Caracal brevirostris Cr. et Job.

AQUITAINE.

MM. de Launay et Martel (296) ont cherché à tirer quelques conclusions géologiques du résultat de leurs explorations souterraines, principalement dans la grotte de Padirac (Lot).

La feuille de Brive de la carte géologique, due à M. Mouret, (333) comprend :

Alluvions modernes et anciennes.

Meulière de Beaumont et

Sables du Périgord. Lambeaux isolés de sables argileux, argiles et grès ferrugineux. Miocène inférieur.

Calcaires hydrauliques de Saint-Astier (Campanien de Coquand). *Cyphosoma Arnaudi*, *Rhynchonella globata*, *Trigonia limbata*. *Radiolites Mauldei*, etc.

Sables et calcaires à Hippurites dilatatus (Santonien supérieur). Ep. 50 à 80 m. *Hippurites dilatatus*, *Radiolites Mauldei*, *R. ingens*, *Sphærolites Hæninghausi*, *Sp. patera*, *Apricardia Toucasi*, *Clypeolampas ovum*, *Hemipneustes tenuiporus*. Banc à *Ostrea acutirostris*.

Marnes à Ostrea vesicularis (Santonien moyen). Ep. 15 m.

Radiolites fissicostatus, *R. Mauldei*, *Sphærolites Coquandi*, *Sph. Hæninghausi*, *Amm. syrtales*, etc.

Calcaires arénacés à *Amm. texanus* (Santonien inférieur). Ep. 20 à 30 m. — Couronnés par un banc à *Botriopygus Toucasi*, *Faujasia Delaunayi*, etc. — *Amm. syrtales*, *A. texanus*.

Calcaires jaunes du Sarladais (Coniacien moyen et supérieur). Ep. 50 m. — *Amm. Habersellneri* (petrocoriensis), *Rhynchonella Baugasi*, *Terebratula echinulata*, *Hemiaster angustipneustes*, etc.

Marnes à *Ammonites petrocoriensis* (Coniacien inférieur). 10 m. Faune de Lamellibranches : *Ostrea petrocoriensis*, *O. santonen-sis*, etc., *Rhynchonella petrocoriensis*.

Couches à *Hippurites* cf. *Toucasi*. (Provencien). 10 à 25 m. Grès ferrugineux et calcarifères exploités pour pierre de taille, passant parfois à des sables. — *Hipp.* cf. *Toucasi*, *Sphærolites Sauvagesi*, *S. radius*, *Biradiolites cornupastoris*, *Linthia oblonga*, etc.

Calcaire d'Angoulême (Angoumien). Ep. 50 m. Calcaires blancs gélifs à grains fins. Calcaire supérieur subcristallin avec bancs de rudistes : *Biradiolites cornupastoris*, *Radiolites angulosus*, *Sphærolites Salignacensis*, *Sph. ponsianus*, *Hippurites* cf. *Toucasi*, *H. inferus*, *Apricardia Archiaci*. Calcaires inférieurs peu fossilifères : *Ammonites Fleuriausi*, *Ostrea columba*, *O. Arnaudi*, *Arca Noueli*, *Linthia oblonga*, etc.

Bancs à *Ammonites* (Ligérien). Ep. 12 m. Calcaires blancs, gélifs, durs et subcristallins à la base. Reposent transgressivement sur les calcaires à Caprines et en discordance sur les calcaires jurassiques faiblement plissés. *Amm. Rochebrunei*, *Amm. peramplus*, *Inoceramus labiatus*, *Ostrea carinata*, *Anorthopygus Michelini*, *Terebratella carentonensis*. A la base, banc à *Ostrea columba*, *Terebratula biplicata*, etc.

Calcaires à Caprines (Carentonien). Ep. 0.50 à 2 m. Calcaires grossiers en lambeaux disséminés et isolés en transgression sur les lignites.

Ichthyosarcolithus triangularis, *Terebratula biplicata*, etc.

Lignites du Sarladais. Affleurent seulement dans la commune de Simeyrols où ils sont exploités. Schistes bitumineux avec lignite et bancs de calcaire lacustre à la base, saumâtre supérieurement. Ep. 10 m. Sauriens, chéloniens et gastéropodes ; plantes : *Sequoia aliena*, *S. Reichenbachi*.

Le Jurassique. Voir ci-dessus p. 215, 239, 253, 265.

Les Grès micacés, blancs et bariolés du Trias, reposant en discordance sur les grès permien et les terrains cristallins.

Les Grès de la Ramière, de Meyssac, de Grammont, de Brive, de La Combe et du Verdier, de la Jarrousse et de Tudeils, correspondant aux divers étages du Rothliegende supérieur et moyen. La coloration rouge domine dans toute cette série.

Les Grès à *Walchia*, gris, souvent schisteux, avec argiles schisteuses, quelques schistes bitumineux en lits minces et quelques couches calcaires de faible épaisseur. *Calamites gigas*, etc. — Rothliegende inférieur.

Les *Calcaires de Saint-Antoine et schistes bitumineux*. Alternance de calcaires noirs ou gris de fumée durs, compacts, et de schistes calcaires et bitumineux, reposant sur une faible épaisseur d'argiles rouges et de grès bigarrés. Ep. 15 à 20 m.

Les *Grès inférieurs de Grand Roche*, base du Permien.

Les *Grès houillers*, grossiers, jaunâtres ou blancs avec quelques lits de schistes et quelques couches d'argiles rouges à la partie supérieure. Empreintes végétales du terrain houiller supérieur. Ces grès semblent passer latéralement à ceux de Grand-Roche.

Les *Schistes satinés, quartzites et phyllades* entre Cublac et Saint-Rabier. — Cambrien.

Les *Schistes sériciteux* verdâtres, grenatifères, tachetés de petits nodules bruns formés de mica noir.

Les TERRAINS CRISTALLINS comprennent :

Les *Schistes amphiboliques*.

Les *Amphibolites massives*. Elles forment trois amas : à Damniat, à la partie supérieure des micaschistes ; à Beaulieu et à Saint-Céré à la base.

Les *Micaschistes*, quelquefois *granulitisés*.

Les *Amphibolites* toujours schisteuses, très fréquentes dans les gneiss et les granulites normales.

Les *Serpentines*, amas peu épais et peu étendus dans la zone des leptynites.

Les *Gneiss feuilletés* associés à des micaschistes à la partie supérieure des schistes cristallins. Ils sont quelquefois *granulitisés*.

Les *Gneiss avec amphibolites et leptynites*, partie moyenne des schistes cristallins.

Les *Leptynites*, roches compactes et bien assisées en petits bancs passant inférieurement à des roches micacées schisteuses, de teinte rose, en bancs plus épais et massifs. Elles se trouvent à la partie supérieure des schistes cristallins, et alternent supérieurement avec les gneiss micacés, inférieurement avec les gneiss à amphibolites. Elles sont quelquefois *granulitisés*.

Les TERRAINS ÉRUPTIFS ne comprennent que la *granulite*, apparaissant sous forme massive à Saint-Sylvain, et en filons en différents points, dans les amphibolites massives et les micaschistes.

L'angle Nord-Est de la feuille est occupé par les schistes cristallins, formant le dernier contrefort du Plateau central. Les divers terrains viennent ensuite dans leur ordre de superposition, les plus récents occupant l'angle S. O.

Les failles sont nombreuses ; leur direction moyenne est O. N. O. — E. S. E., c'est-à-dire qu'elles sont à peu près parallèles à la limite des schistes cristallins. Le contact de ces terrains avec les terrains sédimentaires se fait d'ailleurs par faille sur toute sa longueur. C'est toujours la lèvre méridionale qui est abaissée.

Il y a aussi quelques failles transversales à la direction générale des couches : nous citerons celle qui passe entre Puy d'Arnac et Tudeils.

La feuille de La Rochelle par M. Boissellier (333) comprend :
Les Dunes et les *Alluvions modernes* très répandues.

Les *Alluvions anciennes*.

Un *limon rouge caillouteux* qui recouvre comme un manteau tous les coteaux crayeux et les bords des vallées sur une épaisseur de 30 à 40 centimètres. Quelquefois il existe au-dessous des dépôts de sables argileux ferrugineux et des argiles rouges sableuses.

Les *Sables ferrugineux à silex* qui constituent des dépôts de 2 à 3 mètres au sommet de tous les coteaux boisés compris entre la Boutonne et la Charente par 30 à 80 m. d'altitude. Ils sont rapportés à l'Eocène supérieur.

Le *Coniacien*. Grès glauconieux friables, puis calcaires blancs en bancs épais ou schistoïdes caractérisés par *Exogyra auricularis* et *Rhynchonella Baugasi*.

Le *Turonien* subdivisé en deux sous-étages :

a. Le plus élevé, correspondant à l'Angoumien et au Provençien de Coquand, est épais de 40 mètres. Il comprend :

Des calcaires tendres blanc-jaunâtre à *Sphærolites ponsianus*, *Radiolites cornupastoris*, *Hippurites organisans*, ou des calcaires blancs en bancs épais avec silex.

Des calcaires plus durs à Bryozoaires et Térébratules et des calcaires à *Cardium productum*.

Des calcaires lithographiques avec *Radiolites lumbricalis*, *Sphærolites Boreaui* et *Chama Archiaci*, reposant sur des bancs de calcaire noduleux avec *Arca Nouelis*, *Cardium productum*, *Ostrea eburnea*.

b. Le sous-étage inférieur (Ligérien de Coquand) est caractérisé par des marnes glauconieuses à *Terebratella carentonensis* sur lesquelles reposent des calcaires marneux à *Ostrea columba major*, puis des bancs à *Ammonites Rochebrunei* et *Nautilus sublævigatus*.

Le *Cénomaniens* qui se compose de 7 assises :

1. (en haut). Calcaires marneux, 3^e horizon à Ichthyosarcolithes. 2 mètres.

2. Sables glauconieux jaunes ou verdâtres avec *Ostrea biauriculata*, *O. columba*, *O. flabella* formant souvent des bancs lumachellaires très durs à la base et à la partie supérieure de l'assise. — 3 à 4 mètres.

3. Calcaires blancs ou jaunâtres avec *Caprina adversa*, *Sphærolites foliaceus*. — 20 mètres.

4. Sables glauconieux verts ou jaunes avec bandes de marne blanche et lits d'argile noire, feuilletée, lignitifère : *Terebratula biplicata*, *Exogyra Reaumuri*. — 4 à 6 mètres.

5. Grès calcaires avec bancs compacts d'*Anorthopygus orbicularis* alternant souvent avec des couches de marnes ou de sable fin : *Orbitolina concava*, *Exogyra minima*, *Alveolina ovum* et Ichthyosarcolithes.

6. Sable fin blanc ou blond micacé, avec bois pyriteux ou silicifié, passant latéralement à des argiles feuilletées noirâtres contenant des pyrites, du lignite et des cristaux de gypse. — 6 mètres.

7. Sables ferrugineux avec couches de gravier, de poudingue,

de grès siliceux plus ou moins friables avec parcelles de lignite et quelques couches d'argile noire. Dans le marais de Brouage, où ces sables s'appuient sur le Portlandien, ils offrent à leur partie inférieure des argiles rouges, blanches ou bariolées et un conglomérat calcaire très ferrugineux dans lequel on a trouvé de gros ossements d'un grand Mégalosauve.

Le Cénomaniens repose transgressivement sur le Kimmeridgien et le Portlandien.

Pour le *Jurassique*, voir ci-dessus p. 253, 265.

Les couches se suivent régulièrement sur la feuille avec une direction N.O.-S.E., les plus anciennes se trouvant au N. Cette régularité n'est interrompue que par la transgression du Cénomaniens ou par quelques failles; la plus importante est celle qui s'est produite après le dépôt de la Craie supérieure et qui passant par l'ouverture du Pertuis d'Antioche, la rade des Trousses et le Marais de Brouage, disparaît à 150 kil. des Baleines, dans la direction 40° E., sous les sables tertiaires des environs de Montguyon.

M. Arnaud (509) pense que M. Toucas (voir ci-dessus, p. 365) a mal reproduit l'idée de Coquand sur la limite du Santonien et du Campanien dans les Charentes; la limite de Coquand est en réalité beaucoup plus élevée que ne le pense M. Toucas, la première zone campanienne de M. Toucas étant le Santonien moyen de Coquand. M. Arnaud cite, pour le démontrer, plusieurs passages de cet auteur.

M. Fallot (525) a visité le lambeau crétacé du Moulin de Perron près Landiras. C'est un calcaire compact, lardé d'Orbitoïdes et contenant des *Hemipneustes*; l'auteur le classe dans le Danien inférieur, comme la partie supérieure de la craie de Villagrains.

Il signale également (526) dans ce même lambeau, deux polyptères, *Diploctenium cordatum* Goldf. et *Cyclolites cancellata* Goldf. appartenant au Danien inférieur de la Montagne Saint-Pierre à Maestricht.

M. Reyt (548) a reconnu l'existence du Cénomaniens avec *Ostrea flabellata*, *O. biauriculata*, *Terebratula biplicata* à Buret-Maçon (commune d'Audignon) et au voisinage de Labouyrie (commune d'Eyres-Moncude). Le Cénomaniens a par suite une assez grande importance dans la protubérance crétacée de Saint-Sever.

M. Brochon a recueilli dans la même région, auprès de Montaut, *Ostrea larva* et *Nerita rugosa* qui dénoteraient peut-être la présence du Garumnien.

M. Reyt (547) a en outre rendu compte de l'excursion de la Société linnéenne de Bordeaux à Coutras, la Clotte, le Pas-du-Lary et Cercoux.

On a étudié principalement le Dordonien qui a fourni *Hemiaster*

prunella Desor, *Orbitoides media* d'Orb., *Diploctenium cordatum* Goldf., *Ostrea caderensis* Coq., *Ostrea larva* Lk., etc.

MM. Benoist et Billiot (561) pensent que le calcaire à Echinides de Saint-Palais est un faciès littoral des couches profondes à *Nummulites lævigata*, qui sont inférieures au calcaire de Blaye dans la Gironde. Ces calcaires épais de 59 m. à Saint-Yzans, renferment : *Cidaris Lorioli* Cotteau, *Sismondia Archiaci* Cotteau, *Echinocyamus Lorioli* Cotteau, *Gualteria Orbigny* Ag.

M. Reyt (598) a rendu compte de l'excursion aux environs de Libourne, où l'on a visité l'étage tongrien.

Le même auteur (597) ajoute à la liste des espèces connues au moulin de Gamachot (Aquitanien moyen) *Mitra fusiformis* Brocchi et *Arca Sandbergeri* Desh.

Ces deux déterminations sont contestées par M. Benoist, qui croit reconnaître une *Mitra* recueillie déjà au Peloua et l'*Arca Noë*.

M. Benoist (560) a rendu compte de l'excursion trimestrielle de la Société linnéenne de Bordeaux-de-Bourg (Gironde) au Puy-de-Lansac.

La coupe est la suivante, de haut en bas :

1. Calcaire à Astéries.
2. Marne blanche.
3. Sable mollassique.
4. Marnes à concrétions sableuses.
5. Argile à *Anomia* comprenant trois niveaux :
 - a. *Ostrea bersonensis* et *Anomia girondica*.
 - b. Faune marine à *Schizaster*.
 - c. Faune fluvio-lacustre.

Tous ces horizons, y compris l'argile à Anomies, appartiennent à l'Oligocène (Tongrien et Infra-tongrien).

M. Durègne (291) reconnaît dans les départements de la Gironde et des Landes, des dunes appartenant à deux âges. Les plus anciennes sont orientées sensiblement de l'Ouest à l'Est, tandis que les autres, contemporaines de l'époque historique, ont une direction normale à la précédente.

M. Rivière (639) rend compte des fouilles exécutées par M. Caraven-Cachin dans les cavernes quaternaires de Pontou, sises sur le territoire de la commune de Larroque (Tarn). Elles ont fourni des ossements de renne, des silex moustiériens, etc.

M. F. Regnault (596) a découvert dans le terrain miocène moyen de Saint-Gaudens (Haute-Garonne) une mâchoire de Dryopitèque.

M. Filhol (2558) a publié une importante étude sur les mammifères fossiles de Sansan (Gers).

M. Filhol (2564) a donné la liste des vertébrés recueillis dans le gisement de la Milloque (Lot-et-Garonne), qui paraît correspondre à la partie inférieure du calcaire de Beauce. On y a recueilli :

Rongeurs. — *G. Protechynus*.

Carnassiers. — *Hyænodon leptorynchus*, *Amphicyon*, *Cynodictis*, etc.

Pachydermes. — *Acerotherium lemanense*, *Rhinoceros brivataensis*, *G. Hyrachius*, *Palæocherus typus*, *G. Listriodon*, *Anthrocotherium minimum*.

Ruminants. — *G. Dremotherium* et *Amphitragulus*.

Crocodiliens. — Plusieurs espèces.

Chéloniens. — *Tryonix* et *Testudo*.

M. Benoist (559) a trouvé cinquante espèces de mollusques dans un petit niveau argileux intercalé dans la masse du Calcaire à astéries des carrières de Sarcignan, près du Pont-de-la-Maye.

M. Filhol (2560) signale la présence des *Palærinaceus* (*P. Cayluxi*) dans les dépôts de phosphate de chaux du Quercy.

M. Cotteau (2507) décrit et figure dans les Mémoires de la Société Zoologique de France l'*Echinolampas Arnaudi* du Danien de Rivière (Landes), et dans la Paléontologie française (2503) :

Clypeaster biarritzensis Cotteau. Eocène sup. Biarritz.

Cl. Bouillei Cotteau. — —

Scutella striatula M. de Serres. Eocène moyen, Bourg (Gironde).

Sc. subtetragona de Grateloup. Eocène sup. Biarritz, etc.

Præscutella Degrangei Cotteau. Eocène moyen. Plassac (Gironde).

Sismondia Archiaci Cotteau. Eocène moyen. St-Palais (Charente-Inférieure).

S. testudo Cotteau. — —

S. marginalis Desor sp. Blaye, St-Palais.

S. occitanica Desor sp. Médoc, Blayais.

S. planulata D'Archiac sp. Eocène supérieur. Biarritz.

S. Billioti Cotteau. Ile Fumadelle (Gironde).

Scutellina Linderi Cotteau. Eocène moyen. Blaye.

Sc. blaviensis Cotteau. Calcaire de Blaye.

Sc. folium Cotteau. Soussans, Ile Fumadelle.

M. Mayer-Eymar (2736) a décrit et figuré les espèces suivantes :

De l'Aquitainien et du Langhien de Saucats près Bordeaux.

Pleurotoma evoluta.

Conus Basteroti.

C. Benoisti.

C. Falloti.

C. gallicus.
C. peregrinus.
C. præcursor.
C. Saucatsensis.
C. Vasseuri.

Mitra Basteroti.

Du Dertonien inférieur de Saubrigues :

Conus clanculus.

C. granulato-cinctus.

Du Langhien inférieur d'Abbesse près Dax :

Conus Larraldei.

Mitra paulensis.

PLATEAU CENTRAL.

Le compte rendu de la réunion de la Société géologique en Auvergne constitue une véritable description régionale très complète, due en majeure partie à M. Michel-Lévy. L'étendue considérable de ce document ne nous permet pas de l'analyser aussi longuement qu'il le mériterait; nous nous bornerons à rappeler les résultats les plus importants.

M. Michel-Lévy (364) a d'abord indiqué la situation stratigraphique des régions volcaniques de l'Auvergne.

Les principaux massifs volcaniques sont groupés sur le bord d'anciens lacs et d'anciennes lagunes tertiaires qui paraissent s'être asséchées vers la fin de la période aquitanaïenne; comme les manifestations ignées, commencées dès le Miocène, ont eu leur paroxysme pendant le Pliocène et le Quaternaire, on peut attribuer à ces volcans une situation continentale assez éloignée des bords de la mer.

Les bouches de sortie volcanique de cette région sont comprises dans un triangle dont le sommet, tourné vers le Nord, est situé dans la vallée de l'Allier entre Vichy et Moulins; les côtés en sont formés : par la traînée N. N. E. jalonnée par les lambeaux houillers de Noyant, de Pontaumur et de Champagnac et par la faille N. N. O. du Forez, qui met en contact les terrains paléozoïques de la Loire avec le granite des montagnes entre Loire et Allier. La base serait marquée par les grandes failles E.-O. du plateau des Causses.

Ce triangle sert en quelque sorte de charnière à un changement complet de direction de la chaîne carbonifère (système hercynien); tandis que les plis de ce système ont une direction N. E. depuis la Saxe jusqu'à la faille du Forez, à partir de la traînée houillère de Noyant-Champagnac ils affectent une direction générale N. O., presque à angle droit sur la direction précédente : c'est le régime breton qui succède au régime cévenol.

M. Michel-Lévy rappelle ensuite les résultats d'un travail antérieur (Ann. VII, p. 591), puis il détermine les principaux plissements du Plateau central.

Plissements carbonifères :

2. Synclinal de Vienne à Saint-Vallier dans les micaschistes.
4. Synclinal de Vienne à Heyrieu dans le Cambrien, avec lambeaux houillers.
5. Anticlinal du Pilât dans les gneiss à cordiérite.
6. Synclinal de Saint-Etienne, prolongé hypothétiquement vers l'Ouest.
7. Anticlinal de Lyon dans les gneiss à cordiérite.
8. Pli-faïlle de Sainte-Foy-l'Argentière.
9. Anticlinal granitique de Fleurie, Saint-Forgeux, etc., redressé vers le Nord par les décrochements du Beaujolais.
10. Synclinal du Carbonifère du Beaujolais, de la Loire, de l'Allier, se prolongeant nettement vers l'Ouest par Châteauneuf, Evaux, etc.
12. Synclinal effondré de Ronchamp, la Serre, Blanzay, se prolongeant hypothétiquement par Commentry.
13. Anticlinal granitique de Luzy.
14. Synclinal du Carbonifère du Morvan, comprenant latéralement au Sud le bassin effondré d'Autun et prolongé hypothétiquement vers Decize.
15. Anticlinal granitique de Château-Chinon.
16. Synclinal porphyrique de Montreuillon, Saint-Saulge.
17. Anticlinal granitique de Lormes.
18. Synclinal gneissique, porphyrique et houiller de Saulieu.

Plissements tertiaires :

1. Anticlinal des Aiguilles Rouges.
2. Flysch du Chablais, avec une crête anticlinale antérieure au Flysch, près des Gets.
4. Mollasse de Genève.
5. Jura.
6. Pliocène du Rhône (effondrement).
8. Synclinal des bassins tertiaires de la Loire (effondrement).
9. Anticlinal du Forez et du Morvan.
10. Synclinal des bassins tertiaires de l'Allier.
11. Anticlinal ou *horst* du Mont-Dore et de la chaîne des Puys au pied duquel sont tassés les différents voussoirs précédents.

L'auteur donne ensuite quelques indications sur la disposition des divers terrains et roches composant le triangle volcanique.

Dans une autre communication (429), M. Michel-Lévy a décrit la chaîne des Puys, constituée par une bande de dômes et de cônes volcaniques d'une longueur totale d'environ 30 kilomètres comptée entre le Puy de Monténard au Sud et celui de Beaunit au Nord. A part un petit nombre d'exceptions, les bouches de sortie sont régulièrement groupées le long de la ligne de faite en forme de vaste plateau qui sépare la vallée de l'Allier de celle de la Sioule.

Les déjections de ces volcans se composent de trachytes, d'andésites, de labradorites et de basaltes ; les coulées de trachytes ne sont pas étendues, tandis que celles des basaltes atteignent jusqu'à

18 kilomètres de longueur. La plus abondante de ces diverses roches est la labradorite ; le basalte vient ensuite.

Le soubassement de la chaîne est formé soit par des schistes précambriens, soit par le granite à amphibole, soit par les gneiss à cordiérite ; ces diverses formations constituaient un plateau qui a été recouvert par les dépôts tongriens et même aquitaniens, ainsi que le démontrent quelques rares témoins ; mais l'érosion avait fait disparaître le manteau tertiaire de ce plateau avant les projections volcaniques.

Les fractures qui ont donné passage à ces projections ne paraissent pas accompagnées de dénivellations importantes ; il est d'ailleurs difficile de reconnaître la direction de ces fractures. M. Michel-Lévy ne voit pas que les différents Puys soient alignés suivant deux lignes principales, parallèles à l'axe de la chaîne ; il pense au contraire que les cratères sont situés sur une série d'alignements secondaires obliques à l'axe principal.

L'auteur s'occupe ensuite de définir l'âge des diverses éruptions ; l'ordre d'apparition des diverses roches est le suivant : Trachytes (dômite), Basaltes inférieurs, Andésites, Labradorites, Basaltes supérieurs. Il est cependant à noter qu'une partie des basaltes supérieurs peuvent être contemporains des andésites ou des labradorites, et que l'âge réciproque de ces deux dernières séries n'est pas absolument certain.

Les trachytes sont venus au jour sous forme de dykes ou de dômes ; les autres roches sont sorties par des cratères.

L'âge absolu des basaltes et des andésites peut être fixé assez aisément ; on connaît plusieurs points où des dépôts de l'âge du Renne recouvrent les coulées, et on rencontre fréquemment dans le Quaternaire récent, des cailloux provenant du Mont-Dore, ou des cinérites. Ces faits joints au peu d'approfondissement des vallées depuis l'apparition des coulées, permettent d'assigner un âge relativement très jeune aux déjections des Puys à cratères ; elles ont dû, au moins en partie, précéder immédiatement les époques historiques.

En ce qui concerne la dômite, la question est beaucoup plus difficile ; il semble résulter toutefois d'un ensemble de faits indiqués par M. Michel-Lévy que cette roche n'aurait fait éruption qu'à la fin du Pliocène supérieur ; on verra ci-dessous que les trachytes du Mont-Dore sont plus anciens.

M. Michel-Lévy se livre ensuite à une étude très détaillée des diverses roches de la région des Puys.

Une autre note de M. Michel-Lévy (430) s'occupe des environs du Mont-Dore.

Le massif qui porte ce nom, constitue une vaste ellipse dont le grand axe dirigé N.-S. compte environ 32 kilomètres entre Saint-Pierre-Roche et Eglise-Neuve d'Entraigues, tandis que le petit axe E.-O., mesuré entre La Queuille et Olloix, n'a que 25 kilomètres.

Le soubassement est principalement formé par le granite ; on

trouve pourtant des gneiss au Sud, des micaschistes au N.-O., enfin des schistes micacés précambriens vers l'Est.

Les principales variétés de projections et de roches sont les suivantes, en commençant par les plus récentes :

1° Au-dessous des basaltes feldspathiques quaternaires signalés dans la chaîne des Puys, on trouve des coulées de basalte (limburgite ou labradorite basique) provenant parfois de cratères à moitié conservés ; c'est en partie le *basalte des pentes*.

2° Les *basaltes des plateaux* dont le trait commun est d'être antérieur aux principales érosions des vallées voisines. Ils se divisent en deux séries, la supérieure peu feldspathique et se rapprochant des limburgites ; l'inférieure, formée de roches feldspathiques très cristallines, à structure mi-partie ophitique, mi-partie trachytoïde.

3° Les *phonolithes* formant surtout des dykes (La Sanadoire, la Tuilière, la Maléviale, le Puy Cordé). Ils constituent aussi quelques coulées (Roc blanc).

4° Les *andésites augitiques à pyroxène et hornblende* très abondantes, et passant parfois aux *téphrites* par addition de hauyne et de noséane.

5° Le système des *andésites plus acides* et des *trachytes à grands cristaux de sanidine* qui apparaît jusqu'aux plus hauts sommets actuels et dont les épaisses coulées semblent avoir arrêté l'effort des érosions. Les filons et les dykes de ces trachytes percent en grand nombre le centre des cirques volcaniques.

6° Les trachytes précédents supportent d'énormes accumulations de *cinérites supérieures* et de *blocs projetés*, qui constituent la plus grande masse du Mont-Dore ; les blocs projetés sont de nature très variée et souvent basaltiques. Très fréquemment cet ensemble meuble a été remanié par les eaux et ce remaniement devient la règle à la périphérie du Mont-Dore.

7° La cinérite à blocs contient en intercalations, d'assez nombreuses coulées de roches éruptives variées : *andésites basiques* à faciès cristallin, *labradorites basiques*, *basaltes feldspathiques*.

8° Une variété de *basalte souvent à grands cristaux* placée ici avec doute, mais certainement antérieure à la cinérite à blocs.

9° La *cinérite inférieure rhyolithique*.

10° Dans cette cinérite inférieure, se trouvent des coulées de *rhyolithes* et de *perlites*, de *phonolithes très feldspathiques* et de *trachytes phonolithiques*. Ce gisement de rhyolithe (Lusclade) est unique en France.

M. Michel-Lévy rappelle ensuite les travaux de quelques géologues, puis décrit les principales coupes qui ont permis d'établir la série ci-dessus (Grande-Cascade du Mont-Dore, Val-de-Lacour, du Moulin-de-Vernière au Mont-Dore, de Bozat au Parc-du-Capucin, La Fougère et le Puy-Gros, de Lusclade à la Banne-d'Ordenche, Roc blanc, etc., etc.).

L'âge absolu des principales formations du Mont-Dore est indiqué par quelques intercalations de couches fossilifères.

Tout l'ensemble depuis les trachytes et cinérites de la base jusqu'aux basaltes des plateaux à structure ophitique, est antérieur au conglomérat glaciaire qui contient des débris authentiques de toutes les roches; or, ce conglomérat qui renferme la faune supérieure de Perrier à *Elephas meridionalis* appartient au Pliocène supérieur. Quant à l'autre division des basaltes des plateaux elle paraît être pour partie antérieure au Pliocène supérieur et pour partie contemporaine de la base de cet étage.

Enfin le basalte des pentes daterait de la fin du Pliocène et du commencement du Quaternaire, les éruptions plus récentes étant exclusivement quaternaires.

En ce qui concerne les limites inférieures, il est difficile d'arriver à une précision absolue, avant que la flore découverte dans les cinérites ait été étudiée avec soin; il semble toutefois que la majeure partie des roches énumérées ci-dessus sont contemporaines du Pliocène moyen. Il n'y a doute que pour les N^{os} 8 à 10, qui pourraient être plus anciens.

M. Michel-Lévy étudie ensuite la faille de la Bourboule qui s'étend très vraisemblablement jusqu'à l'origine du ravin du Queureuilh, et qui a une très grande importance pour l'explication de la structure de la région.

Après une description pétrographique très détaillée de toutes les roches qui se rencontrent au Mont-Dore, M. Michel-Lévy indique les résultats généraux de l'étude de la chaîne des Puys et du Mont-Dore. Ces deux massifs appartiennent par leur position stratigraphique à cette couronne périphérique d'éruptions qui entourent la grande chaîne des Alpes et qui comprennent les éruptions volcaniques de l'Eifel, de l'Höhgau et de la Bohême.

La crête granitique du Charollais est certainement l'axe d'un grand anticlinal dû aux dernières pressions horizontales qui ont modelé les Alpes; les montagnes d'entre Saône et Loire, d'entre Loire et Allier ont probablement une origine analogue.

Des tassements verticaux ont ensuite occasionné l'effondrement des clefs de voûte; ils ont commencé certainement avant le dépôt des couches pliocènes de la région et ont continué jusqu'après le dépôt du Pliocène moyen à *Mastodon arvernensis*.

Le Plateau central, au moins dans sa bordure orientale, n'est donc pas un *horst* à proprement parler, mais bien « un massif « solide, susceptible de résistance, ayant difficilement cédé aux « pressions horizontales, mais pouvant avoir donné cependant naissance à de grands plis périodiques à petite courbure. »

En outre des grands plissements, les pressions horizontales ont produit, dans le Beaujolais, des décrochements avec rejets latéraux en rouvrant les cassures transversales de l'ancien système de plis, minéralisés à l'époque triasique.

Il est important de remarquer que les centres volcaniques du Plateau central sont situés non seulement loin des limites actuelles de l'Océan, mais encore de celles qu'avait la mer pliocène, contemporaine des débuts des éruptions; les lacs oligocènes eux-

mêmes étaient asséchés longtemps avant le début des éruptions trachytiques du Mont-Dore.

Nous passerons rapidement sur les récits d'excursions dus également à M. Michel-Lévy. La première course, aux environs de Clermont-Ferrand (431), a permis d'examiner les différentes carrières ouvertes dans les arkoses et les cinérites de Grave-noire, ainsi que divers dykes et coulées basaltiques.

M. Boule pense que les coulées de Beaumont et d'Aubières doivent être considérées comme plus anciennes que celles d'autres volcans de la chaîne des Puys ou celle du Tartaret; elles reposent en effet sur une formation alluviale, ce qui n'est pas le cas ordinaire des basaltes supérieurs.

L'excursion suivante (431 *bis*) a fait visiter le Puy-de-Dôme; on a vu d'abord le granite traversé par de nombreux filons de granulite et quelques filons de porphyrites micacées, englobant des enclaves de schistes précambriens, de micaschistes à graphite, de schistes à cordiérite. Puis on a examiné les nombreuses variétés de trachyte dont la montagne est formée.

Enfin on a gravi le Puy-Chopine, constitué par un lambeau de terrains anciens surélevé par un dyke de dôme.

Le jour suivant a été consacré à l'étude des pépérites aux environs de Gergovie et de Veyre-Monton (432).

Les opinions relatives au gisement et à l'âge de ces roches sont variées; pour les uns elles sont le résultat de pluies de cendres et de scories dans les étangs et les marais contemporains du calcaire à phryganes; pour d'autres, ce sont des brèches filoniennes et intrusives postérieures au dépôt des couches miocènes de la Limagne et vraisemblablement contemporaines des nombreuses éruptions basaltiques pliocènes. Ce serait à proprement parler les bouches et les abords des cratères démantelés du basalte des plateaux.

En faveur de la première opinion, on fait valoir l'interstratification visible sur de grandes étendues, de certains bancs de pépérite, l'existence de fragments aigus de scories basaltiques dans des lits calcaires en apparence non remaniés et fossilifères, enfin le gisement de certaines coquilles intactes dans des conditions telles qu'elles semblent postérieures aux cavités des scories ou même aux produits secondaires (aragonite) qui ont accompagné la pluie de cendres dans les flaques d'eau aquitaniennes.

On fait valoir d'autre part que :

1° Les brèches pépéritiques sont loin d'être toujours interstratifiées et présentent souvent des apparences intrusives.

2° Elles sont en liaison intime et constante avec des dykes, des filons ou des coulées intrusives de basalte, de telle sorte que les pépérites semblent les chapeaux, les têtes de ces filons.

3° Le plus souvent, la production des brèches pépéritiques coïncide avec un dérangement notable dans l'allure des couches voisines.

4° Les gisements de bitume sont cantonnés presque toujours dans les pépérites.

5° Si les pépérites étaient aquitaniennes, on devrait trouver des coulées de basalte de cette époque, ce qui n'a pas lieu.

6° Le phénomène pépéritique se produit à tous les niveaux, dès qu'un filon de basalte aboutit en hauteur dans un terrain meuble ou peu cohérent. On connaît des pépérites dans les arkoses tongriennes, et même dans les arènes granitiques à l'Ouest d'Isserteaux.

M. Michel-Lévy pense que ces divers arguments ne sont pas suffisants pour permettre de se faire une opinion définitive.

Par contre, M. P. Gautier (394) croit pouvoir conclure de ses observations au Puy-de-Mur, à l'origine filonienne des pépérites. On peut voir en ce point des marnes aquitaniennes à *Helix Ramondi* redressées sous un angle de 20° environ et recouvrant très nettement les pépérites au contact desquelles elles ont été altérées. Les pépérites reposent sur des marnes tertiaires de même âge et horizontales.

L'auteur en conclut que les pépérites au moins en ce point sont éruptives, et que leur époque de sortie est postérieure au dépôt des couches à *Helix Ramondi*.

Notons encore que M. Gosselet (403), qui a visité les environs de Pont-du-Château sous la conduite de M. Gautier, en est revenu plus que jamais convaincu de la sédimentation de la pépérite et de la contemporanéité des éruptions basaltiques avec les sédiments calcaires.

La pépérite lui semble due à des volcans oligocènes; les débris volcaniques qu'elle contient en sont les cendres, tantôt tombées par projection dans le lac environnant, tantôt enlevées mécaniquement à l'appareil volcanique et emportées par les courants.

M. Boule (380) a fait connaître aussi le résultat de ses recherches sur les tufs et brèches basaltiques (pépérites) de l'Auvergne et du Velay. Il pense qu'il faut faire des distinctions: à Montaudou et au Puy-de-Marman, l'origine filonienne des pépérites lui paraît fort probable.

A Gergovie, la roche désignée sous le nom de pépérite, ne ressemble pas entièrement à celle de Montaudou ou de Marman; elle pourrait donc avoir une origine différente de celle de ces dernières. Mais la question doit être encore réservée, les arguments en faveur soit de leur origine filonienne, soit de leur origine subaérienne ne paraissent pas décisifs.

Tous les autres gisements de tufs basaltiques visités par la Société lui semblent être des produits de projection (N.O. de Romagnat, Saut-de-la-Pucelle).

Les mêmes phénomènes se retrouvent dans le Velay, sur une échelle plus vaste. Les masses rocheuses qui surgissent en différents points des environs du Puy, ressemblent beaucoup à la roche du Saut-de-la-Pucelle; c'est une brèche plus ou moins dure, assez compacte, composée de fragments éruptifs de toutes grosseurs à angles vifs et fortement agglutinés.

Beaucoup de géologues ont regardé ces énormes rochers comme

des dykes, mais déjà en 1869, Lory et Delanoue s'élevaient contre cette opinion, par analogie avec les pépérites d'Italie. M. Boule peut maintenant démontrer directement que les masses de brèche ignée des environs du Puy sont toutes des produits de projection de volcans pliocènes dont il ne reste plus que des ruines sous forme de témoins isolés.

En effet sur plusieurs points, ces brèches ignées alternent avec des sables fluviaux pliocènes (flanc Est de la montagne de Denise, flancs des vallons de Vals et de Ceysac); elles sont parfaitement stratifiées. Au rocher Corneille, on a exploité autrefois le gypse de l'Infra-tongrien en creusant des galeries qui avaient pour toit la roche éruptive, il ne s'agit donc pas là d'un dyke. Le rocher de Polignac repose sur des sables pliocènes. Quant au rocher Saint-Michel, il a sa base au fond même de la vallée et paraît vraiment sortir du sol; de plus il est traversé par un ou plusieurs filons de basalte franc: il faut donc supposer qu'ici, comme au Saut-de-la-Pucelle, il s'agit d'un culot de projections volcaniques retombées dans la cheminée d'un cratère et consolidées par des filons de basalte. C'est donc une sorte de dyke, mais son origine est bien différente de celle des dykes ordinaires, puisque ceux-ci sont formés de bas en haut par une lave plus ou moins fluide, tandis que Saint-Michel se serait formé plutôt de haut en bas par une accumulation de lapillis dans la cheminée même du cratère.

M. Boule (381) a cherché aussi à préciser l'âge des basaltes du Velay. Il démontre qu'il en existe d'âges très divers; les premiers qui commencent la série volcanique de la région, ne peuvent être plus récents que le Miocène supérieur qui en renferme des débris (Fay-le-Froid). Puis avant le dépôt des couches à *Mastodon arvernensis*, *Tapirus arvernensis*, c'est-à-dire pendant le Pliocène inférieur, se sont épanchées les masses de basalte du Mézenc et du Mégal. Pendant le dépôt des sables à Mastodontes, le bassin du Puy devient le théâtre de grandes éruptions; on trouve en effet ces sables alternant avec de grands amas de brèches basaltiques et avec des coulées de basalte qui passent à la limburgite: au-dessus viennent des alluvions, puis de nouvelles coulées accompagnées de tufs à *Elephas meridionalis*. C'est ce basalte qui constitue la majeure partie des basaltes de la chaîne du Velay. Enfin les dernières éruptions basaltiques du Velay ont eu lieu à l'époque du Quaternaire ancien; ils sont en effet plus récents que la zone à *Elephas meridionalis* et supportent les dépôts d'atterrissement avec *Elephas primigenius*, *Ursus spelæus*, etc.

La course à Aydat et à Murols (433) a fait voir le contact des arkoses avec la falaise granitique, puis la coulée basaltique quaternaire de Theix, qui disparaît sous de puissantes coulées de labradorite.

On a retrouvé ensuite le granite qui commence à se charger d'amphibole à la Cassière et contient des fragments de schistes micacés; enfin à Verneuge, on a pu étudier en détail le granite

amphibolique, les diorites et les diverses variétés de schistes précambriens de la région.

M. Michel-Lévy fait remarquer l'analogie de ces roches avec celles du Beaujolais; le granite à amphibole est, dans les deux régions, une modification endomorphe du granite normal à mica noir, auquel il passe par gradations insensibles. Il passe de même à des diorites très basiques, dont il contient pourtant des fragments aigus.

L'ordre de succession des différentes formations est le suivant : 1. Schistes précambriens (y compris les cornes vertes); 2. Diorites et diabases; 3. Granite à amphibole.

Les schistes précambriens de la feuille de Clermont présentent de beaux exemples de la plupart des structures connues dans les auréoles de contact des granites (schistes sériciteux, chloriteux, graphiteux, micacés, cornes micacées, quartzites micacés et feldspathisés, schistes pyroxéniques et grenatifères, bandes amphiboliques, etc.)

M. Ch. Barrois (445) signale la grande analogie des schistes cornés amphiboliques, injectés de nombreux filons de granite à amphibole, du lac d'Aydat avec les roches du Nord de la Bretagne (massifs du Trégorrois et massif de Saint-Brieuc).

Dans la course de Murols à Champoix (434), M. Michel-Lévy a fait voir les calcaires à Striatelles qui se trouvent à la base des arkoses de la Limagne, et contiennent *Striatella barjacensis* Font., *Nystia plicata* d'Arch. et Vern., *Nystia Duchasteli* Nyst.

Les arkoses ont plus de cent mètres de puissance et renferment à divers niveaux, de petits bancs de calcaires compacts silicifiés avec *Bithinia Dubuissoni*; elles sont surmontées par des calcaires avec *Limnées* et *Potamides Lamarcki*.

Les calcaires à Striatelles représentent par suite le calcaire de Brie et les arkoses supérieures correspondent aux sables de Fontainebleau.

Aux environs de Pardines, Perrier et Issoire (435), M. Michel-Lévy a montré à la Société géologique la coupe du Pliocène moyen et les rapports de ce terrain avec les diverses coulées basaltiques.

Enfin les trois dernières excursions ont été occupées par la visite du massif du Mont-Dore (436, 437, 437 bis).

A l'occasion de la réunion en Auvergne, il a été publié plusieurs notes minéralogiques qui seront analysées en détail dans l'article de Pétrographie.

M. Lacroix (406 et 410) a étudié les enclaves des trachytes du Mont-Dore. Au rocher du Capucin il a trouvé :

Roches quartzifères : gneiss à cordiérite, granite, quartz (probablement de pegmatite).

Roches volcaniques : andésites passant à de véritables diabases

(abondantes), trachy-andésites augitiques à pyroxène et hornblende, kersantites ? ou gneiss basiques.

Au Riveau Grand : trachy-andésites, trachyte augitique, trachyte augitique à olivine, andésite augitique et amphibolique, diorite, diabase amphibolique.

Beaucoup de ces roches enclavées renferment elles-mêmes des enclaves de roches étrangères (gneiss, etc.).

Dans la phonolite du Mont-Dore, le même auteur (411) signale des enclaves d'andésite amphibolique.

Il décrit aussi les phénomènes de même nature découverts dans les basaltes de divers gisements du Puy-de-Dôme (412).

A. Enclaves feldspathiques sans péridot (Pardine).

B. Enclaves quartzifères. Au Lac de Guéry, granulite à cordiérite : à Prudelles, granite ; à Saint-Anthème, granite ; à Pardines et à Gergovia, orthose.

Enfin M. Lacroix (413) a étudié les andésites à hypersthène du Cantal.

M. Gonnard (395) a énuméré les zéolites des basaltes et des pépérites du Puy-de-Dôme : mésotype, analcime, chabasie (phacolite), thomsonite (mésole), apophyllite, christianite et offretite.

M. Verrier (603) a rappelé quelques-uns des fossiles que l'on rencontre dans le Tertiaire et le Quaternaire des environs de Gannat.

M. Sauvage (2848) a étudié les poissons fossiles recueillis dans le Houiller et le Permien du bassin de Commentry.

VENDÉE, BRETAGNE ET COTENTIN.

MM. Ed. et L. Bureau ont terminé la feuille d'Ancenis de la Carte géologique détaillée (333). Elle comprend deux régions distinctes : le Nord est traversé par des sillons parallèles dirigés O. 13° N. à E. 13° S. dus aux plissements des terrains primaires ; le S. O., formé de schistes cristallins, fait partie du massif de même nature qui se prolonge à travers le Bocage vendéen.

Les strates paléozoïques sont ridées suivant six plis synclinaux qui sont, du Nord au Sud, ceux : 1° de Saint-Julien-de-Vouvantes ; 2° de Saint-Sulpice des Landes ; 3° de Candé ; 4° de la forêt d'Ancenis ; 5° de Taillé ; 6° d'Ancenis. Les trois premiers appartiennent au bassin d'Angers, les autres au bassin d'Ancenis.

Des failles se montrent suivant deux directions différentes : l'une (faille de Chalennes) est dirigée E.-O. ; les autres parallèles entre elles, ont une direction N. O.-S. E. (Mésanger, Pouillé, la Rouxière, la Cornuaille) ; toutes sont postérieures au Carbonifère inférieur.

Le Silurien est le terrain le plus répandu ; le Dévonien est très morcelé, et n'est complètement représenté que dans la partie sep-

tentrionale. Le Carbonifère inférieur est constitué dans le bassin d'Anceis par des formations d'eau saumâtre et d'eau douce qui reposent en stratification transgressive sur le Dévonien.

Les plissements ont pris origine dès l'époque des terrains cristallins et ont continué jusqu'après le dépôt du Carbonifère moyen de Teillé et de Rochefort-sur-Loire, dont les strates sont redressées.

A l'époque éocène, les eaux ont déposé des sables qui ont été assimilés au grès de Beauchamp; la mer est ensuite revenue à l'époque miocène, peut-être aussi à l'époque pliocène, puis elle s'est retirée dans le lit qu'elle occupe de nos jours.

La SÉRIE SÉDIMENTAIRE comprend :

Les *Alluvions modernes et anciennes*.

Des *Sables et gravières* rouges avec minerais de fer, attribués au Pliocène, mais appartenant probablement en grande partie au Miocène supérieur.

Les *faluns à Terebratula perforata*. Miocène moyen.

Les *Grès de Saint-Jean-du-Marillais*. Rapportés à l'Eocène par assimilation avec les grès à *Sabalites andegavensis* de Saint-Saturnin, près Angers.

Les *Schistes et Poudingues de l'Ecoulé*; partie supérieure du Carbonifère moyen. *Dictyopteris Brongniarti* Grand'Eury, *Cordaites borassifolius* Geinitz. Ils reposent directement sur la partie inférieure du Carbonifère moyen :

Les *Schistes et poudingues de Teillé et de Rochefort-sur-Loire*. *Cordaites borassifolius* Geinitz, *C. Goldenbergianus* Weiss, *C. principalis* Gein., *Alethopteris Serlii* Göpp., *Prepecopteris plumosa* Grand'Eury, *Sphenopteris furcata* Ad. Brongn., *S. artemisiæfolia* Sternb., *S. Haidingeri* Ett., *S. stipulata* Gutb., *S. Sauveurii* Crép., *S. distans* Sternb., *Asterophyllites longifolia* Ad. Brongn., *A. hippuroides* Al. Brongn.

Les *Houille, grès et psammites de Mouzeil* formant la partie supérieure du Carbonifère inférieur; cette assise contient de la houille maigre, des tufs porphyriques généralement jaunâtres avec plantes, et un poudingue. Fossiles *Bornia transitionis* F. Röm., *Sigillaria minima* Ad. Brongn., *Stigmara ficoides* Ad. Brongn., *Knorria imbricata* Sternb., *Lomatophloios crassaule* Corda, *Lepidophloios laricinum* Sternb., *Lepidodendron Veltheimianum* Ung., etc. Cette assise représente la grauwacke du Culm.

La *Grauwacke à plantes*, correspondant à la grauwacke de Thann; souvent cette assise est à l'état de poudingues reposant en concordance sur le Dévonien supérieur de Copchoux (poudingues d'Ingrandes).

Elle se compose de schistes et de grès argileux verts ou rouges avec *Stigmara ficoides* Ad. Brongn., *Bornia transitionis* F. Röm., *Lepidodendron Veltheimianum* Sternb., *Sphenopteris Schimperiana* Göpp., *Rhodia patentissima* Stur.

Les *Schistes à lamellibranches*, base du Carbonifère inférieur, reposant en stratification transgressive sur le Dévonien moyen. Quelques lamellibranches et végétaux : *Bornia transitionis* F. Röm., *Sphenophyllum*.

Le *Calcaire de Copchoux*, Dévonien supérieur. Il est renversé et plonge au Nord sous le grès armoricain. Fossiles : *Rhynchonella cuboides* Sow., *Rh. pugnus* Mart., *Rh. rhomboidea* Phill., *Camariophoria semiluna* Phill., *Atrypa reticularis* Lin., *A. aspera* Schl., *Productus subaculeatus* Murch., *Spirifer glaber* Mart., *Pentamerus globus* Bronn, etc.

On rapporte au même étage les schistes à *Dechenella* de la Vallée au S. O. de Saint-Julien de Vouvantes.

Le *Calcaire de l'Ecorchère*. Dévonien moyen. Calcaire rose ou noir, formant lentille au milieu de feuilletés schisteux. — *Uncites Galloisi* Ehl., *Pentamerus Davyi* Ehl., *Amphigenia ? Bureaui* Ehl., etc.

Les *Schistes et calcaires de Pont-Maillet*, correspondant aux schistes de Porsguen (Eifelien). — *Pleurodyctium problematicum* Goldf., *Orthis striatula* Schl., *O. Eifeliensis* de Vern., *O. canaliculata* Schn., *Pentamerus globosus* Sow., *Stenochisma microryncha* F. Röm., *Atrypa aspera* Schl., *A. reticularis* Linn., *Cyrtina heteroclyta* Defr., *Merista plebeia* Sow., *Proetus lævigatus* Goldf., *Cyphaspis ceratophthalma* Goldf., *Phacops latifrons* var. *occitanicus* Trom. Lebesc., *Cryphæus laciniatus* F. Röm., *C. stellifer* Burm.

Le *Calcaire de la Veurière*, sans fossiles.

Le *Calcaire de Vern*, noir veiné de blanc, avec *Homalonotus Gervillei* de Vern., *Spirifer lævicosta* Valenc., *Athyris concentrica* v. Buch, *A. undata* Defr., *Atrypa reticularis* Linn., *Chonetes sarcinulata* Schl., *Rhynchonella sub-Wilsoni* d'Orb.

Le *Grès du Chalonge*, rapporté encore au Dévonien, mais avec doute.

Les *Grès de la forêt d'Ancenis* contenant la faune seconde : *Calymenella Bayani* Trom. Lebesc., etc. Les ampélites du Houx avec phanites qui se trouvent à leur sommet appartiennent peut-être au Silurien supérieur; elles n'ont pas fourni de fossiles.

Dans le bassin d'Angers, on trouve des sphéroïdes avec *Orthoceras ambigena* Barr., *O. fasciolatum* Barr. *Cardiola interrupta* Sow.

Les *Schistes ardoisiens d'Angers*, *Calymene Tristani* Al. Brongn., *C. Arago* Rou., *Dalmanites Edwardsi* L. Bur., *Illænus giganteus* Burm.

Le *Grès armoricain*. — Bilobites, Scolithes, Lamellibranches. Dans les bandes méridionales, le Grès alterne avec des schistes.

Les *Schistes pourprés* qui sont bien représentés, au N. E. de la Chapelle-Glain par des schistes violacés avec *Vexillum*.

Les *Schistes du Lion d'Angers*, schistes grisâtres, phyllades, grès argileux et poudingues. Ils forment, parfois granulitisés, un grand synclinal qui supporte tous les terrains paléozoïques de la feuille.

LES TERRAINS ÉRUPTIFS ET MÉTAMORPHIQUES SONT :

Un *porphyre à quartz globulaire* (Moulin du Château-Rouge).

Des *microgranulites* qui se trouvent dans le terrain carbonifère et traversent en filons le granite.

Des *microgranulites schisteuses*, en filons-lits dans les schistes et phanites du bassin d'Ancenis.

Des schistes et grès sériciteux sont répandus au voisinage des roches précédentes.

Des *orthophyres* visibles au N. E. de la feuille.

De la *granulite*.

Des *diabases* à structure ophitique.

Des *porphyrites andésitiques*.

Du *granite* traversé à Mésanger par des filons de microgranulite et à Bécon par des filons de granulite.

Du *granite schisteux* produit par les grès de la forêt d'Ancenis à la traversée du massif granitique de Bécon.

De la *serpentine* et du *quartz* en filons.

Enfin les diverses couches énumérées ci-dessus sont souvent métamorphosées; c'est ainsi qu'on trouve à Saint-Herblon dans le Houiller des *schistes et grès tourmalinifères*. De même les grès de la forêt d'Ancenis sont quelquefois *tourmalinisés* ou granitisés; les schistes pourprés, les schistes ardoisiers d'Angers et les schistes du Lion d'Angers deviennent *granulitiques* dans le Sud du bassin d'Ancenis.

Enfin les *SCHISTES CRISTALLINS* sont représentés par :

Des *micaschistes* parfois grenatifères, alternant avec des chloritoschistes et des schistes à séricite; ils sont quelquefois *granulitisés* par l'injection de la granulite.

Des *amphibolites* interstratifiées par lits dans l'étage des micaschistes.

Des *pyroxénites grenatifères* toujours en gisements limités.

M. Baret (379) a donné une liste des roches et des minéraux de la Ville-au-Vay près le Pellerin (Loire-Inférieure) — pyrite, limonite, silex, gneiss, etc.

M. Ch. Barr ois continuant ses études sur la Bretagne a fait paraître cette année la feuille de Quimper de la Carte géologique (333).

Le contour remarquablement découpé des côtes sur cette feuille, est le résultat de la dénudation marine de formations inégalement résistantes; les vastes baies de Douarnenez et d'Audierne ont été creusées par les eaux océaniques dans les schistes et micaschistes tendres, tandis que les caps de la Chèvre et la Pointe-du-Raz, formés de roches résistantes, reculaient plus lentement sous l'effort des flots.

Le parallélisme des bandes d'affleurements des divers terrains en longues rayures étirées avec roches feuilletées verticales, donne à cette feuille son cachet propre.

Leur disposition est alternativement synclinale et anticlinale, mais les clefs de voûte ont été rasées par les dénudations, ce qui laisse voir les tranches des couches sous forme d'un faisceau de formations verticales, parallèles et feuilletées.

Les lignes synclinales principales de la feuille sont du Nord au

Sud : le pli synclinal de Chateaulin, celui de Quimper. Les lignes anticlinales correspondantes sont : le pli anticlinal de Ploaré ; celui de la Forest.

Le mouvement le plus important a dû se produire entre le Carbonifère et le Houiller supérieur ; mais d'autres mouvements ont eu lieu après le dépôt de ces dernières couches qui sont souvent redressées jusqu'à la verticale.

Les principales venues éruptives de la feuille sont formées par la granulite et sont réparties en quatre traînées parallèles correspondant aux lignes anticlinales ; elles ont eu lieu entre le Carbonifère et le Houiller supérieur.

LES TERRAINS SÉDIMENTAIRES RECONNUS SONT :

Des dunes.

Les *Alluvions modernes* ; galets dans les vallées ; plages soulevées de Penhors et de Plovan.

Des sables avec galets pliocènes.

Le *Terrain houiller* formant les trois bassins distincts de Quimper, de Kergogne et de la baie des Trépassés. Les deux premiers ont été décrits avec la feuille de Chateaulin ; quant au troisième, il comprend des schistes charbonneux avec arkoses, grès feldspathiques durs et poudingues.

Les *Schistes et calcaires de Néhou* et les *Schistes et quartzites de Plougastel* représentant le Dévonien.

Les *Schistes et grès de Camaret* se divisant en : 1° Schistes à nodules à *Cardiola interrupta* ; 2° schistes à nodules à *Graptolithus colonus* ; 3° psammites, schistes et conglomérats.

Les *Schistes ardoisiens d'Angers* avec deux assises fossilifères : à la base, schistes noirs avec *Calymene Tristani*, *Illænus giganteus* ; en haut, faune de Domfront et d'Andouillé.

Ces deux assises sont séparées par un étage stérile, le grès de Kerarvail, et recouvertes par le calcaire de Rosan à *Orthis Acteonix*.

Le *Grès armoricain*, deux bancs de grès séparés par des schistes.

Les *Schistes et poudingues de Montfort*, reposant en concordance sur l'étage inférieur.

Les *Schistes de Gourin* argileux, vert bleuâtre, ici dépourvus de poudingues ; nombreuses coulées interstratifiées de diabases et de porphyrites amygdaloïdes.

Les *Phyllades de Saint-Lô*, puissante masse de schistes argileux bleuâtres avec bancs de grauwacke et quartzite gris-verdâtre. Ils passent insensiblement aux schistes de Gourin.

LES TERRAINS ÉRUPTIFS ET MÉTAMORPHIQUES SONT

Les *diabases ophitiques*, le *kersanton*, la *diorite*, des *microgranulites* en filons minces, la *granulite* présentant des variétés diverses dans les quatre bandes de Douarnenez, de Locronan, de Quimper, de Rosporden, les *granulites feuilletées* et *hallelints* alternant avec les schistes micacés et différant de la granulite par leur structure feuilletée, une autre variété de *granulite feuilletée*, formant une sorte d'auréole autour des micaschistes de la baie d'Audierne.

Les *schistes granulitiques* développés dans la vallée synclinale de la baie des Trépassés à Quimper.

Les *micaschistes granulitiques* parfois conservés à l'état de micaschistes, mais généralement pénétrés des éléments de la granulite et présentant une structure gneissique.

Les *diabases* se présentant sous forme de couches minces interstratifiées dans les dépôts sédimentaires; elles se divisent en: diabases grenues à olivine; diabases grenues sans olivine; diabases ophitiques.

Les *porphyrites augitiques* à nombreuses variétés.

Les *tufs diabasiques* qui, avec leurs blocs projetés, éclats, bombes, lapilli, cendres, montrent qu'il y a eu formation de scories bulleuses et des émanations gazeuses dans les volcans siluriens du Menez-Hom.

Les *diabases à ouralite* et les *porphyrites cambriennes* formant des lits interstratifiés dans les schistes cambriens du Sud du Menez-Hom.

Enfin les SCHISTES CRISTALLINS comprennent :

Les *amphibolites*, les *pyroxénites* (en couches interstratifiées aux amphibolites), les *serpentes* de Plovan et Peumérit, les *micaschistes*, *gneiss* et *schistes micacés à minéraux* correspondant à deux lignes anticlinales, de Van à Douarnenez et Quéménéven, et de la baie d'Audierne au Gouesnach.

M. Barrois (2432) a publié aussi un important mémoire sur la faune du grès armoricain de Bretagne. Il rappelle d'abord les travaux des différents géologues qui ont découvert ou étudié ce niveau (Rouault, Dalimier, de Tromelin, Lebesconte, Lecornu, Guillier, Hébert, Bigot, Œhlert) puis décrit ou discute les fossiles recueillis dans les départements d'Ille-et-Vilaine et de Loire-Inférieure

Bilobites.

Scolithes.

Vexilles.

SPONGIAIRES.

Discophyllum plicatum Phill. sp., fig.

BRACHIOPODES.

Lingula Lesueuri Rouault.

— *Hawkei* Rouault.

— *Salteri* Davids.

Dinobolus Brimonti Rouault.

LAMELLIBRANCHES.

Sluzka bohémica Barrande, fig.

Sinek antiquus Barrande, fig.

Spathella Lebescontei n. sp., fig.

Actinodonta cuneata Phill., fig.

— *obliqua* n. sp., fig.

— *carinata* n. sp., fig.

— *secunda* Salter sp., fig.

— *Pellicoi* Vern. Barr., fig.

— *acuta* n. sp., fig.

- Lyrodosma armoricana* Trom. Lebesc., fig.
Redonia Duvaliana Rouault, fig.
 — *Deshayesiana* Rouault, fig.
 — *Boblayei* n. sp., fig.
Ctenodonta Ehlerti n. sp., fig.
 — *erratica* de Trom., fig.
 — *Ribeiro* Sharpe, fig.
 — *Costæ* Sharpe, fig.
Nuculites acuminata n. sp., fig.
 — *torta* n. sp., fig.
Nuculana Lebescontei n. sp., fig.
 — *incola* Barr. sp., fig.
Arca ? Naranjoana ? Vern., fig.
Parallelodon antiquus n. sp., fig.
Cyrtodonta obtusa Mac Coy sp., fig.
 — *lata* n. sp., fig.
Modiolopsis Cailliaudi Trom. Lebesc., fig.
 — *Dayyi* n. sp., fig.
Hippomya ringens Salter.
 — *Salteri* n. sp., fig.

GASTÉROPODES.

- Palæacmea armoricana* Trom. Lebesc., fig.
 — *Lebescontei* n. sp., fig.
Buchania Sacheri Trom. Lebesc. sp., fig.

PTÉROPODES.

Conularia sp. fig.

CRUSTACÉS.

- Myocaris lutraria* Salter, fig.
Ceratiocaris sp., fig.
Trigonocarys Lebescontei n. sp., fig.

M. Barrois cherche ensuite à préciser au moyen de ses découvertes paléontologiques la position du Grès armoricain, qui est encore incertaine. Si en effet, il est surmonté par les schistes d'Angers dont le niveau est bien connu, il ne repose au contraire sur aucune assise fossilifère.

La présence des Trilobites du genre *Ogygia*, de Céphalopodes et de nombreux Lamellibranches ne permet pas de supposer que le Grès armoricain appartient à la faune primordiale ; mais il reste à savoir à quelle assise de la faune seconde il doit être rapporté. Après une longue discussion, M. Barrois pense que le Grès armoricain correspond aux groupes de Trenton et de Chazy d'Amérique, et aux couches d'Arenig d'Angleterre ; il n'occupe pas la base de la faune seconde silurienne, et est plus récent que l'étage de Tremadoc. Il ne peut pas être assimilé aux *Lingula flags* malgré l'identité des Bilobites et des Scolithes qu'on y rencontre de part et d'autre.

M. Lebesconte (456) s'occupe des poudingues rouges de Montfort, qui se montrent en Normandie et en Bretagne, surtout dans l'Ille-et-Vilaine. Il ne faut pas les confondre avec les autres poudingues des Schistes de Rennes ni des Schistes rouges.

Ils sont compris entre les Schistes de Rennes représentant la faune primitive et les Schistes rouges correspondant à la base de la faune seconde.

Les schistes de Rennes montrent un certain nombre d'empreintes; M. Lebesconte croit y reconnaître des Spongiaires (*Neantia rhedonensis*), des Encrines (*Monfortia rhedonensis*), des Algues (*Amanlisia simplex* n. g., n. sp.), des Echinodermes (*Armelia Barrandei* n. g., n. sp.). Il appelle cette faune (?) primitive et non primordiale, pour ne pas trancher la question de son âge.

Les Schistes rouges ont une faune toute différente; ils contiennent des *Vexillum*, des *Scolithus*, des *Fucoïdes* et des *Cruziana*. Ces fossiles se retrouvent tous dans le Grès armoricain, de sorte qu'il est rationnel de rattacher les schistes rouges à la faune seconde.

M. Lacroix (424) a publié une nouvelle étude sur les gneiss à pyroxène, en s'attachant cette fois uniquement à ceux de la Bretagne.

A la partie supérieure de l'étage des gneiss des départements de la Loire-Inférieure, du Morbihan, du Finistère et des Côtes-du-Nord, s'observent des roches grenues feldspathiques à pyroxène, visibles dans un grand nombre de gisements.

Ces gneiss à pyroxène présentent de grandes variations bien que les minéraux que l'on y rencontre soient peu nombreux (pyroxène, sphène, anorthite, labrador, oligoclase, orthose, quartz, dipyre, amphibole; exceptionnellement idocrase, grenat, allanite, axinite).

Les gneiss pyroxéniques à wernérite bretons sont en relations intimes avec des cipolins dont ils forment les salbandes et auxquels ils passent insensiblement.

M. Ehlert (459) a étudié dans une note antérieure le Silurien inférieur des Coëvrons, dont le développement est particulièrement intéressant et exceptionnellement complet. M. Lebesconte n'ayant pas admis les idées de l'auteur, celui-ci déclare maintenir absolument ses conclusions.

Nous aurons l'occasion de revenir l'an prochain sur cette question.

M. Bigot (452) poursuit la publication de son esquisse géologique de la Basse-Normandie.

Le Silurien se divise ainsi :

SILURIEN SUPÉRIEUR.	}	Schistes ampéliteux et calcaires de Feuguerolles et de Saint-Sauveur-le-Vicomte à <i>Monograptus priodon</i> et <i>Cardiola interrupta</i> .
		Grès blancs de Domfront.
SILURIEN MOYEN (Ordovicien).	}	Schistes à <i>Trinucleus ornatus</i> .
		Grès de May à <i>Homalonotus</i> et <i>Modiolopsis</i> .
		Schistes à <i>Calymene Tristani</i> . Minerai de fer. Grès armoricain à <i>Asaphus armoricanus</i> .

SILURIEN INFÉRIEUR (Cambrien) } Grès feldspathiques.
 } Schistes verts et pourprés et marbres.
 } Poudingues verts et grès pourprés.

Ces diverses assises forment une série de plis synclinaux plus ou moins réguliers alignés dans une direction générale E.-O.; ce sont les plis de May, La Brèche-au-Diable, Le Plessis-Grimoult, Falaise, Mortain-Bagnoles, Alençon, Sées, Coutances, Saint-Sauveur, Valognes, Sottevast, Couville, la Hague.

L'auteur étudie successivement en détail chacun de ces synclinaux.

M. Bigot (339) a encore indiqué la constitution et l'allure des terrains anciens dans le Sud du Département de l'Orne.

L'Ordovicien est très complet et ses niveaux, y compris les schistes à *Trinucleus*, ont été reconnus fossilifères dans les environs de Sées.

Le Cambrien est absolument indépendant de l'Ordovicien et manque en certains points, ce qui démontre qu'une partie du massif breton était émergée pendant le dépôt du Cambrien.

Il appelle l'attention sur une grande faille E.-O., qui limite au Nord le Silurien de la partie méridionale du département de l'Orne, jusqu'à l'Est de la forêt de Monnaye, en faisant buter les ampélites contre les phyllades ou le granite.

Le même auteur (340) a montré que la forêt de Perseigne reposait sur les assises suivantes :

Archéen, schistes avec galets à la partie supérieure et séparés localement du Silurien par une nappe de porphyres pétrosiliceux.

Silurien comprenant : *a.* Grès grossiers feldspathiques; *b.* grès rouges zonés, grès ferrugineux et schistes rouges; *c.* Grès armoricain avec son faciès ordinaire.

L'absence des poudingues pourprés est à remarquer.

M. Bigot (453) a cherché à déterminer la position des calcaires à *Wilsonia Henrici* de Baubigny (Manche); M. Barrois les avait assimilés au calcaire d'Erbray dont ils se rapprochent par leur faciès minéralogique (calcaires gris, calcaires à crinoïdes) et par la présence de quelques espèces (*Cryptonella Juno*, *Wilsonia Henrici*, *Retzia Haidingeri*, *Spirifer Trigeri*, *Sp. Davousti*).

Les calcaires de Baubigny sont intercalés dans les couches du niveau de Néhou (calc. à *Athyris undata*), comme la coupe que l'on peut relever le démontre avec évidence; leur ressemblance faunique avec Erbray, Konieprus, etc., doit être attribuée à la similitude des conditions biologiques des dépôts, sans qu'on puisse conclure à leur synchronisme rigoureux.

M. Bigot (450) déclare, dans une dernière note, que la couche à *Leptaena* de May et de la Caine ne termine pas le Lias moyen mais se rattache au Lias supérieur; on y a trouvé en effet un certain

nombre d'ammonites de ce dernier étage : *Amm. Levisoni*, *A. serpentinus*, etc.

M. Lecornu (458) a étudié le massif silurien de Falaise, qui présente d'après lui, deux plis synclinaux parallèles séparés par un anticlinal. Il donne quelques indications sur la composition du Silurien.

Le même auteur (297) signale une belle couche d'hématite rouge à Saint-André (Orne ?) sous le calcaire jurassique. Cette découverte confirmerait l'hypothèse d'un plissement isoclinal des couches siluriennes dans la vallée de l'Orne entre l'embouchure de la Laize et Maltot, avec renversement de la partie Nord sur la partie Sud.

M. Skrodsky (372) a publié une description géologique du canton de Domfront (Orne). Il y indique :

Le *Cambrien*, phyllades synchroniques des phyllades de Saint-Lô, souvent traversés par la diorite et par des filons de quartz :

Le *Silurien* comprenant : 1° le Grès armoricain à Tigillites et Bilobites ; 2° les schistes à Calymènes, sans intercalation de schistes à grands *Trinucleus* ; 3° le grès de la Haute-Chapelle, avec *Orthis redux*, Bilobites, etc. ; 4° le grès culminant (grès supérieur silurien) ; 5° les schistes ampéliteux à graptolithes.

Le canton présente en outre des affleurements de granite (granite de Vire), de granulite, de diorite dont l'éruption date du Dévonien ou peut-être du Houiller.

Ce travail est accompagné d'une carte géologique.

M. Lennier (357) a rendu compte d'une excursion de la Société linnéenne de Normandie à Granville ; on a visité : 1° les *Phyllades de Saint-Lô*, renfermant des lentilles de poudingues comme l'a dit M. Bigot, et coupés en tous sens par des filonnets de quartz blanc ; 2° le *granite* de Carolles ; 3° les *conglomérats pourprés*, recouverts par le *Grès armoricain*.

M. St. Meunier (3037) décrit et figure un fossile des grès armoricains de Bagnoles (Orne), dont il ignore la vraie nature, mais qu'il désigne néanmoins sous le nom de *Staurophyton bagnolensis*, n. g., n. sp. !

M. Gaudry (578) a reconnu dans le conglomérat à ossements de Gourbesville d'abondants débris d'*Halitherium*, *Dinotherium Cuvieri*, *Mastodon angustidens*, *Carcharodon*, et avec eux une molette de *Paleotherium magnum*.

M. Ehlert (2788) a décrit et figuré deux crinoïdes nouveaux du Dévonien de la Manche : *Ctenocrinus* sp. et *Diamenocrinus Jouani*, n. g., n. sp., de la grauwacke du Dévonien inférieur du Pont-aux-Bouchers près Nehou (Manche).

M. Cotteau (2508) a étudié les Echinides éocènes de la Loire-Inférieure et de la Vendée. Il cite :

<i>Maretia Grignonensis</i> Desmarests sp.	<i>Præscutella Caillaudi</i> Cotteau sp.
<i>Euspatangus Vasseuri</i> Cotteau.	Fig.
<i>E. Croizieri</i> Cotteau.	<i>Sismondia Caillaudi</i> Cotteau. Fig.
<i>Linthia arthonensis</i> Cotteau. — Fig.	<i>S. gracilis</i> Cotteau.
<i>Gualtieria Heberti</i> Vasseur.	<i>S. occitanica</i> Deifr. sp.
<i>Schizaster Archiaci</i> Cotteau.	<i>S. Vasseuri</i> Cotteau. Fig.
<i>Sch. Dumasi</i> Cotteau. Fig.	<i>Scutellina Michelini</i> Cotteau sp.
<i>Pygorynchus Desnoyersi</i> Desor. Fig.	Fig.
<i>P. Gregoirei</i> Cotteau. Fig.	<i>Sc. Dufouri</i> Cotteau. Fig.
<i>Echinanthus issyaviensis</i> Klein sp.	<i>Lenita patellaris</i> Desor. Fig.
Fig.	<i>Echinocyamus cambonensis</i> Cotteau.
<i>Echinolampas arthonensis</i> Cotteau.	<i>E. Dumasi</i> Cotteau. Fig.
Fig.	<i>E. Vasseuri</i> Cotteau. Fig.
<i>E. Francei</i> Desor. Fig.	<i>Cidaris Lorioli</i> Cotteau. Fig.

Il a en outre décrit et figuré (2503) dans la *Paléontologie française* :

- Laganum Sorigneti* Cotteau. — Eocène. Valognes (Manche).
Præscutella Caillaudi Pomel sp. — Eocène moyen, Loire-Inférieure et Vendée.
Sismondia Caillaudi Cotteau. — Eocène moyen, Cambon, Arthon (Loire-Inférieure).
S. gracilis Cotteau. — Eocène moyen, Machecoul (Loire-Inférieure).
S. altavillensis DeFrance sp. — Eocène, Hauteville, Orglandes, Gourbesville (Manche).
S. Vasseuri Cotteau. — Eocène moyen. Arthon.
Scutellina Michelini Cotteau sp. — Eocène moyen, Plateau du Four (Loire-Inférieure).
Sc. Dufouri Cotteau. — Eocène moyen, Plateau du Four (Loire-Inférieure).
Sc. incisa DeFrance sp. — Eocène, Hauteville (Manche).
Sc. Bonissenti Cotteau. — — —

M. Seunes (2871) a décrit et figuré les ammonites suivantes du Calcaire à Baculites du Cotentin :

- Pachydiscus Jacquoti* Seunes.
P. Gollevillensis d'Orbigny sp.
P. colligatus Binkhorst.